



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0003114
(43) 공개일자 2021년01월11일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C04B 28/02 (2006.01) C04B 14/06 (2006.01)
C04B 40/00 (2006.01) C04B 111/60 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
C04B 28/02 (2013.01)
C04B 14/062 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2020-7030512</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2019년03월22일
심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2020년10월22일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/US2019/000013</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2019/182672
국제공개일자 2019년09월26일</p> <p>(30) 우선권주장
62/761,393 2018년03월22일 미국(US)
62/765,597 2018년09월01일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인
하트만, 더스틴, 에이.
미국 인디애나 46110 보그스타운 웨스트 275 노스 7789</p> <p>울프, 크리스
미국 인디애나 46033 카멜 나이트타운 드라이브 웨스트 14072</p> <p>세틸리, 윌리엄 아치, 조셉
미국 인디애나 46040 포트빌 사우스 750 웨스트 10038</p> <p>(72) 발명자
하트만, 더스틴, 에이.
미국 인디애나 46110 보그스타운 웨스트 275 노스 7789</p> <p>세틸리, 윌리엄 아치, 조셉
미국 인디애나 46040 포트빌 사우스 750 웨스트 10038</p> <p>울프, 크리스
미국 인디애나 46033 카멜 나이트타운 드라이브 웨스트 14072</p> <p>(74) 대리인
김두식, 문용호, 오종한</p> |
|--|---|

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 개선된 마감 콘크리트 제품을 제조하기 위한 방법

(57) 요약

콘크리트를 제조 및 마감하기 위한 방법이 개시되며, 물의 일부 또는 모두가 시멘트 혼합물, 모래 및 골재와 결합되어 혼합된 후, 나노실리카를 포함하는 배합물을 산업용 콘크리트 혼합기/타설기에 혼합 추가하는 단계; 후속하여 타설 및 플로팅하는 단계; 후속하여 물, 알파-히드록시산, 글리콜 알킬 에테르 및 폴리에틸렌 글리콜을 포함하는 배합물을 콘크리트 표면의 결합 전에 또는 도중에 추가하는 단계를 포함하는 공정에 의해 시멘트 표면을 제조하는 단계를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

C04B 40/0032 (2013.01)

C04B 2111/60 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

개선된 내마모성을 갖는 콘크리트 설비를 제조하기 위한 방법으로서, 상기 방법은:

1) 콘크리트 설비의 제조를 위한 공정으로서, 상기 공정은:

A) 성분들로부터 콘크리트 혼합물을 생성하는 단계로서, 상기 성분은:

a) 일정량의 건조 시멘트 혼합물로서, 상기 시멘트 혼합물은:

i) 제조자가 제시한 물/시멘트 비율 값; 상기 제시된 비율은 약 3.5 내지 약 6.5의 범위에 있고; b)와의 결합에서, 상기 물/시멘트 비율은 상기 제시된 값보다 약 10 % 작은 것에 대응하는 값보다 크고, 상기 제시된 값보다 약 30 % 큰 것에 대응하는 값보다 크지 않으며;

또는

ii) 상위값 및 하위값을 갖는 제조자가 제안한 물/시멘트 비율 범위, 아래의 b)와 결합에서 상기 물/시멘트 비율은 상기 하위값보다 약 10 % 작은 것에 대응하는 값보다 크고, 상기 상위값보다 약 30 % 더 큰 것에 대응하는 값보다 작으며;

또는

iii) 아래의 b)와 결합에서, 상기 물/시멘트 비율이 약 0.35 내지 0.65 범위에 있는 양을 특징으로 하고;

b) 일정량의 물,

c) a)에서 시멘트 100 중량 당 약 0.1 내지 약 7.0 온스 범위의 양의 비정질 실리카; 평균 실리카 입자 크기는 1 내지 55 나노미터 범위이고/범위이거나 상기 실리카 입자들의 표면적은 약 300 내지 약 900 m²/g 범위이고;

d) 약 400 내지 약 700 중량% bwoc 범위의 일정량의 골재 및/또는 일정량의 모래 중 각각을 포함하고;

B) 상기 일정량의 물의 적어도 약 20 중량%를 포함하는 초기 부분, 및 테일 워터(tailwater) 부분을 포함하는 b)의 상기 물이 전체적으로 또는 부분적으로 추가되고; 물의 상기 초기 부분은 제1 혼합물을 형성하기 위해 a) 및 d)의 성분들과 결합하고; 상기 비정질 실리카는 제2 혼합물을 형성하기 위해 a), d) 및 b)의 상기 초기 부분을 포함하는 혼합물에 추가되고;

상기 테일 워터는 1) 상기 제1 혼합물에 추가되거나 2) 상기 제2 혼합물에 추가되거나; 또는 3) 상기 비정질 실리카와 함께 상기 제1 혼합물에 공동-추가되고, 선택적으로, 상기 비정질 실리카 및 상기 테일 워터는 선택적으로 상호 결합되어 추가되고; 1) 상기 제1 혼합물은 상기 테일 워터의 상기 추가 전 시간 t_{11} 동안, 상기 테일 워터의 상기 추가 후 상기 비정질 실리카의 상기 추가 전 시간 t_{12} 동안, 그리고 상기 비정질 실리카의 상기 추가 후 시간 t_{13} 동안 교반되거나; 2) 상기 제2 혼합물은 상기 비정질 실리카의 상기 추가 전 시간 t_{21} 동안, 상기 비정질 실리카의 상기 추가 후 상기 테일 워터의 상기 추가 전 시간 t_{22} 동안, 그리고 상기 테일 워터의 상기 추가 후 시간 t_{23} 동안 교반되거나; 3) 상기 제2 혼합물은 상기 비정질 실리카와 상기 테일 워터의 상기 공동-추가 전 시간 t_{31} 동안 교반되며, 그 후 상기 콘크리트 혼합물은 시간 t_{32} 동안 교반되고;

또는

C) 상기 일정량의 물이 혼합물을 형성하기 위해 a) 및 d)의 성분들에 추가되고, 상기 혼합물은 상기 비정질 실리카의 상기 추가 전 시간 t_a 동안 교반되고, 그 후 상기 콘크리트 혼합물은 시간 t_b 동안 교반되고;

D) 콘크리트 설비를 형성하기 위해 B) 또는 C)의 상기 콘크리트 혼합물을 타설(pouring)하는 단계로서, 상기 콘크리트 설비는 상부 표면을 포함하고;

E) 상기 상부 표면을 플로팅(floating)하는 단계;

F) 상기 상부 표면에 대해, 물; 평균 분자량이 약 500 내지 약 1500 mw 범위인 알파-히드록시산, 글리콜 알킬 에테르, 및 폴리에틸렌 글리콜을 포함하는 배합물을 바람직하게는 갠던 당 약 200 내지 약 2000 평방 피트의 속도로 상기 콘크리트 표면에 도포하는 단계;

G) 상기 상부 표면에서 결합 단계를 수행하는 단계;

H) 선택적으로, 광택도가 개선되고 선택적으로 Grade 1이 되도록 상기 상부 표면을 최종 마감하는 단계;

I) 단계 H)인 경우, 선택적으로 상기 상부 표면을 버니싱(burnishing)하고, 단계 H)의 상기 최종 마감에서의 상기 표면이 Grade 1인 경우, 선택적으로, 버니싱에 의해 상기 표면을 Grade 2로 개선하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

물의 상기 초기 부분은 상기 일정량의 물의 적어도 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 또는 99 중량%를 포함하는, 공정.

청구항 3

제1항에 있어서,

a)의 상기 건조 시멘트 혼합물과 b)의 상기 물의 결합시, 상기 물/시멘트 비율은:

i)에서 상기 제시된 값보다 크거나 같지만, 상기 제시된 값보다 30 % 더 큰 것에 대응하는 값보다 작거나;

ii)에서 상기 제안된 범위의 상기 상위값보다 크거나 같지만, 상기 상위값보다 30 % 더 큰 것에 대응하는 값보다 크지 않거나;

iii)에 대해 적어도 0.35이지만, 0.65보다 크지 않은, 공정.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 비정질 실리카는 콜로이드 실리카 용액으로서 제1 혼합물에 도입되고, 상기 용액은 약 50 내지 약 95 중량%의 실리카 및 약 5 내지 약 50 중량%의 물을 포함하는, 공정.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 실리카는 약 75 내지 약 90 중량%의 실리카 및 약 10 내지 약 25 중량%의 물을 포함하는, 공정.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 비정질 실리카는 시멘트 100 중량 당 약 2.5 내지 약 5.5 온스 범위의 양으로 추가되는, 공정.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 비정질 실리카는 시멘트 100 중량 당 약 3.5 내지 약 4.5 온스 범위의 양으로 추가되는, 공정.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 콜로이드 실리카는 상기 테일 워터 후에 추가되는, 공정.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 콘크리트는 슬래브 또는 기초에 타설되는, 공정.

청구항 10

제1항 또는 제4항에 있어서,

상기 공정은 Ready-mix에서 수행되고; 상기 제1 혼합물이 15 초 내지 5분 범위의 시간 동안 약 2 rpm 내지 약 18 rpm 범위의 속도로 교반된 후 상기 테일 워터가 상기 제1 혼합물에 추가되고; 상기 테일 워터의 추가 후, 상기 혼합물은 약 1분 내지 약 18분 범위의 시간 동안 약 5 rpm 내지 약 18 rpm 범위의 속도로 교반되고, 그 후 실리카가 콜로이드 실리카로서 상기 Ready-mix에 추가되고, 상기 혼합물은 약 2 내지 약 18 rpm 범위의 속도로 약 1분 내지 약 15분 범위의 시간 동안 교반되고; 상기 콘크리트는 그 후 슬래브 형태로 타설되는, 공정.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 배합물은 겔런 당 약 500 내지 약 1500 평방 피트의 속도로 도포되는, 공정.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 배합물은 Korkay 1부 당 물 약 6 내지 약 8부 범위의 Korkay 희석물을 포함하고, 상기 도포 속도는 겔런 당 약 800 내지 1200 평방 피트인, 공정.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 배합물은 약 5 내지 약 20 중량% 범위로 상기 배합물에 존재하는 알파-히드록시산; 약 5 내지 약 20 중량% 범위로 존재하는 글리콜 알킬 에테르; 약 1 내지 약 15 중량% 범위로 존재하는 폴리에틸렌 글리콜; 약 70 내지 약 80 중량% 범위로 존재하는 물을 포함하는, 공정.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 배합물은 약 10 내지 약 15 중량% 범위로 상기 배합물에 존재하는 알파-히드록시산; 약 10 내지 약 15 중량% 범위로 존재하는 글리콜 알킬 에테르; 약 1 내지 약 9 중량% 범위로 존재하는 폴리에틸렌 글리콜; 약 70 내지 약 80 중량% 범위로 존재하는 물을 포함하는, 공정.

청구항 15

제1항, 제3항, 제5항, 제7항, 제8항, 제9항 또는 제10항의 공정에 의해 제조되는 콘크리트 설비.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 개선된 마감 콘크리트 제품을 제조하기 위한 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 콘크리트의 마감은 콘크리트 슬래브와 같은 콘크리트 형태의 생산에서 중요한 단계이다. 통상적으로, 마감 공정은 콘크리트가 경화된 후, 그러나 콘크리트가 완전히 양생되기 전에 발생한다. 본 기술 분야에 알려진 마감 공정의 하나의 목적은 기계적 평활화에 의해 미가공 콘크리트 표면의 거칠기를 감소시키는 것이다. 종종, 기존의 방법으로 타설된 콘크리트의 경우, 경화되는 콘크리트 표면으로부터의 증발은 용이하게 마감하기에 너무 건조한 표면을 만들 수 있어, 추가적인 물의 사용 없이 수행되면 콘크리트 표면을 손상시킬 위험이 있다. 이러한

추가되는 물은 아래에서 논의되는 바와 같이, 장기간의 물 배출 문제를 도입한다. 그러나, 물의 추가로, 최소한의 손상으로 표면이 더욱 용이하게 평활화될 수 있다.

[0003] 마감의 두 번째 목적은 콘크리트 표면을 코팅하는 것이다. 기존의 방법으로 타설된 콘크리트 슬래브는 위에서 논의한 바와 같이 시멘트 표면을 건조시킬 수 있는 증발을 보이는 경향이 있다. 종종 그 결과는 표면을 통해 흘러 올라온, 침전에 의해 대체로 변위되는 물로 인한 표면에서의 모세관(아래에서 더욱 상세히 논의됨)이다. 이러한 모세관은 콘크리트 제품의 압축 강도를 손상시킬 수 있을 뿐만 아니라, 수명 동안 콘크리트에 물이 들어가는 통로 역할을 하여 물-매개 손상을 촉진할 수 있다. 표면과 마찬가지로, 모세관은 그렇지 않으면 양생 반응에 참여할 수 있었던 물이 손실되게 한다. 기존의 마감제는 양생 동안 물 손실을 감소시키기 위해 콘크리트의 상부 표면뿐만 아니라 모세관의 내부 표면을 코팅하는 역할을 할 뿐만 아니라, 콘크리트의 수명 후반에 물의 유입을 방지한다.

[0004] 따라서, 요약하면, 기존의 마감 방법은 기계적 평활화와 보호층을 침전시키는 마감제를 결합한다. 그 결과는 표면의 밀도를 높이고 양생 중에 증발 손실을 줄이는 표면에 코팅을 갖는 평활화된 표면이며, 이는 이론적으로 양생 효율을 향상시키며 사용 중에 물의 빠짐 및 진입을 감소시킨다.

[0005] 놀랍게도, 사양 제품의 E5 마감으로서 이용 가능한 Korkay Concrete Dissolver(Tate's Soaps and Surfactants에서 이용 가능)의 물-희석 배합의 사용은 마감제로서 사용될 때 내구성이 있는 물 보호 마감이지만, 마감제 대체품으로 사용될 때; 아래에 개시되고 설명되는 바와 같이, 콘크리트 표면 상에 비정질 실리카로 제조된다. 결과적인 콘크리트 표면은 일반적으로 평활하고 내마모성 마감; 표면 물 침투에 대한 개선된 저항성(이론에 얽매이기를 원하지 않고, 이는 촉진된 모세관 때문일 수 있음); 및 더 긴 수명 동안 유지되는 압축 강도(다시, 가능하게는 임의의 모세관의 촉진 때문일 수 있으며, 이는 수명을 감소시키는 물 손상을 방지함)를 특징으로 한다. 획득된 고품질 표면은 Korkay가 절단 또는 세정제로서의 능력으로 본 기술 분야에서 공지되어 있다는 점에서 놀라우며; 대규모 타설 후 콘크리트 혼합 및 타설 장비에 남아있는 콘크리트 침전물을 용해하기 위해 산업 전반에 걸쳐 사용된다. 그 효과는 흠드(fumed) 실리카, 실리카 흠(fume) 등과 같이 통상적으로 사용되는 실리카 재료를 함유하는 콘크리트에 확장된다. 마감을 남기는 대신, 배합은 콘크리트 표면을 효율적으로 용해시킬 것으로 예상된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 일 과제는 개선된 마감 콘크리트 제품을 제조하기 위한 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 일 실시예에 의하면, 콘크리트를 제조 및 마감하기 위한 방법이 개시되며, 물의 일부 또는 모두가 시멘트 혼합물, 모래 및 골재와 결합되어 혼합된 후, 나노실리카를 포함하는 배합물을 산업용 콘크리트 혼합기/타설기에 혼합 추가하는 단계; 후속하여 타설 및 플로팅하는 단계; 후속하여 물, 알파-히드록시산, 글리콜 알킬 에테르 및 폴리에틸렌 글리콜을 포함하는 배합물을 콘크리트 표면의 결합 전에 또는 도중에 추가하는 단계를 포함하는 공정에 의해 시멘트 표면을 제조하는 단계를 포함한다.

[0008] 본 발명의 표면-형성 공정은 바람직하게는 아래의 "개선된 콘크리트 성능을 위한 신규 조성물"이라는 제목의 섹션에 설명되는 바와 같이 제조되고 타설된 비정질 실리카를 포함하는 콘크리트에 사용된다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 따라 제조된 콘크리트, 즉, 아래에 설명되는 바와 같은 실리카의 테일 워터(tailwater) 추가로, 마감 물의 흡수를 크게 감소시켰으므로, 이론에 얽매이기를 원하지 않고, 아래에 설명되는 바와 같이 제조되고 아래에 설명되는 바와 같은 특성을 갖는 비정질 실리카를 함유하는 콘크리트는 설명된 바와 같이 물을 보유하고, 기존의 방법에 의해 제조된 콘크리트에 비해 모세관의 존재를 감소시킨 것으로 생각된다. 따라서, 표면을 평활하게 하기 위해 추가 물이 거의 또는 전혀 필요하지 않으며, 본원에 나타난 바와 같이 도포되는 Korkay의 희석된 배합과 함께 함유된 것을 포함하여 마감 중에 도포되는 물은 콘크리트에 쉽게 들어가지 않는다. 따라서, 실리카의 테일 워터 첨가한 Korkay의 사용은 특히 유리하다. 또한, 실험적 타설은 본원에 개시된 방법 이외의 방법으로 혼합물이 제조된 콘크리트(예를 들어, 여기서 물의 첨가와 동시에 또는 그 이전에 실리카가 시멘트 혼합물과 결합됨)가 본 발명의 마감 조성물 및 방법의 사용시 훨씬 더 높은 박리율을 갖는 것을 확인했다. 따라서,

본원에 설명된 개선된 배합 및 콘크리트 혼합물 제조 방법과 함께 본 발명의 마감 배합 및 방법을 사용하는 것이 바람직하며, 여기서 나노실리카, 바람직하게는 콜로이드 비정질 나노실리카가, 물의 일부 또는 전부가 시멘트 혼합물 및 선택적으로 골재/모래 성분과 결합되어 한동안 혼합된 후에만 콘크리트 혼합물의 다른 성분과 결합된다. "개선된 배합 및 콘크리트 혼합물 제조 방법"에 대한 전체 설명이 아래에 개시된다.

[0010] 그러나, 본 발명의 일부 이점은 본원에 설명되는 마감 방법 및 조성물이 비정질 실리카의 테일 워터 첨가를 포함하지 않는 방법에 따라 제조되는 실리카-함유 콘크리트 혼합물과 함께 사용될 때 획득될 수 있다. 예를 들어, 일부 또는 전체 물과 시멘트 혼합물 및 골재/모래를 혼합하기 전의 시점에서 실리카를 첨가하여 콘크리트가 제조된다. 이러한 콘크리트는 일반적으로 본원에 상세하게 설명되는 콘크리트보다 상당히 더 많은 블리드 워터(bleed water)를 배출한다. 이러한 콘크리트는 또한 본원에 구체적으로 개시된 콘크리트보다 마감 물을 더 많이 흡수할 수 있다. 예를 들어, 실리카 흙(약 145 nm의 평균 입자 크기) 또는 흙 실리카와 같이 다소 큰 입자를 갖는 콘크리트와 같은 다른 실리카-함유 콘크리트는 본 발명의 일부 이점을 나타낼 수 있지만, 이러한 더 큰 입자로 제조된 콘크리트의 표면은 손상되거나 파괴될 가능성이 더 크다.

[0011] 희석된 Korkay는 콘크리트의 비정질 나노실리카와 상호 작용하는 것으로 생각되며, 적어도 표면의 비정질 실리카와의 이러한 상호 작용을 통해, 단단한 마감재가 콘크리트의 표면 영역 상에 및/또는 그 내에 형성된다. 이러한 결과는 E5 Internal Cure가 콘크리트 C-S-H 매트릭스가 없는 용기에서 E5 Finish와 직접 혼합되어 관찰된 콘크리트 마감의 물질일 가능성이 있는 것으로 생각되는 거친 반투명 또는 투명한 물질을 제공하는 실험에 의해 나타난다. 예를 들어, 콜로이드 실리카 배합과 같은 나노실리카 배합의 pH를 pH 7 미만의 pH로 감소시키면 나노실리카 배합으로 하여금 겔을 형성하게 할 수 있는 것이 알려져 있다. 개시된 배합은 산(바람직하게는 글리콜산)을 함유한다. 그러나, 배합물은 통상적으로 사용되는 유형의 콘크리트의 C-S-H 매트릭스를 분해하는 데 사용된다. 다른 유형의 더 크고(나노 크기가 아님) 통상적으로 사용되는 실리카를 함유하는 콘크리트가 포함된다. 그럼에도 불구하고, 본원에 상세히 개시되는 바와 같이, 비정질 나노실리카의 늦은 첨가에 의해 제조된 콘크리트 상에 이러한 배합(본원에 설명되는 바와 같은 물-희석된 Korkay 배합 또는 그 배합 변형)이 사용될 때, 콘크리트는 손상되거나 파괴되지 않는다. 대신, 콘크리트는 놀랍게도 다른 마감 방법보다 더욱 내구성이 있고 단단하며 광택이 높은 표면으로 마감될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0012] 도 1은 플로팅, 결합 및 최종 마감 단계 후에 달성되는 고풍택 마감을 도시한다.
 도 2는 도 1의 정도로 마감되지 않은 표면 상의 무광 마감을 도시한다.
 도 3은 물 침투가 없는 실외 사용에 적합한 예 3에서 제조된 표면을 도시한다.
 도 4는 마감 단계 후에 나타나는, 예 1에서 제조된 표면을 도시한다. 희석되지 않은 Korkay가 플로팅 후에 도포된다. 표면은 부서지기 쉽고 마감 단계에서 쉽게 손상된다.
 도 5는 마감 단계 후에 나타나는 표면을 도시한다. 플로팅 후에 Korkay의 12:1 물 희석물이 도포되었다. 표면이 얇고 열등한 평탄도와 광택을 갖는다.
 도 6은 마감 단계 후에 나타나는 표면을 도시한다. 플로팅 후에 Korkay의 7:1 물 희석물이 도포되었다. 표면이 평활하고 우수한 광택을 갖는다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 우선권 주장
 본 출원은 2018년 3월 22일자로 출원된 가출원 62/761,393호 및 2018년 9월 1일자로 출원된 가출원 62/765,597호에 대한 우선권을 주장하며, 둘 모두 그 임의의 일부를 배제하지 않고 교시하는 모든 내용에 대해 본원에 참조로 통합된다. 2018년 3월 9일자로 제출된 가출원 62/761,064호가 또한 그 임의의 일부를 배제하지 않고 교시하는 모든 내용에 대해 본원에 참조로 통합된다.
 [0015] 표의 리스트
 [0016] 표 1의 데이터는 예 6에 참조함
 [0017] 본 가출원에 개시된 발명은 2017년 3월 20일자로 상용 중인 배합의 Korkay Concrete Dissolver("Korkay")를 참조하지만, 본 기술 분야의 통상의 기술자는 Korkay 및 그 물 희석물은 화학적 배합이고, 이러한 화학적 배합은

본 발명의 이익을 획득하기 위하여 다양하고 상이한 소스 및/또는 방법에 의해 제조될 수 있고 본 발명에 사용하기에 적합할 수 있다는 것을 인식할 것이다. 일 실시예에서, 배합 조성물은 본질적으로 Korkay의 물 회석물을 포함하거나 이로 구성된다.

- [0018] Korkay 또는 그 물 회석물의 동일한 화학적 성분을 포함하지만 물을 포함하지 않는 하나 이상의 성분의 농도가 각각 Korkay 또는 그 물 회석물의 중량에 대해 50, 40, 30, 20, 10 또는 5 중량% 미만만큼 각각 Korkay 또는 그 물 회석물에 대해 농도와 파이가 있는 배합이 본 발명에서 유용할 수 있다는 것이 인식되어야 한다. 이러한 화학적 조성물은 본원에 권장량 및 비율로 사용될 수 있다.
- [0019] 추가 실시예에서, 배합물은 물; 평균 분자량이 약 500 내지 약 1500 mw 범위인 알파-히드록시산, 글리콜 알킬 에테르, 및 폴리에틸렌 글리콜을 포함하거나 본질적으로 이로 구성된다. 물은 본질적으로 이온 오염이 없는 것이 바람직하다. 예를 들어, 탄산염과 같은 특정 이온의 존재는 획득된 마감재의 투명도에 영향을 미칠 수 있다. 사용되는 물이 이온성 또는 유기 오염물을 갖는 경우, 예를 들어, 역삼투와 같은 제거 단계를 거친 물을 사용하는 것이 바람직하다. 약 7의 pH를 갖는 물을 사용하는 것이 바람직하지만, 물의 pH가 7 초과 또는 7 미만, 특히 배합의 pH가 7 이하인 경우에도 본 발명의 이점이 여전히 획득될 수 있다. 추가 실시예에서, 알파-히드록시산은 약 5개 내지 약 1개 범위의 탄소를 함유하며, 글리콜산이 바람직하다. 글리콜산은 Chemsolv로부터 이용 가능하다. 글리콜 알킬 에테르는 바람직하게는 폴리프로필렌 메틸 에테르이고, 디프로필렌 글리콜 메틸 에테르가 바람직하다. 디프로필렌 글리콜 메틸 에테르는 예를 들어, Dow Chemical, Lyondell Bassell 및 Shell과 같은 다수의 소스로부터 이용 가능하다. 약 500 내지 약 1500 분자량 범위의 평균 분자량을 갖는 폴리에틸렌 글리콜은 바람직하게는 약 750 내지 약 1250 분자량 범위, 더욱 더 바람직하게는 약 950 내지 약 1050의 분자량 범위의 평균 분자량을 갖는 폴리에틸렌 글리콜이다. 적절한 폴리에틸렌 글리콜의 일례는 PEG(1000)이다.
- [0020] 추가 실시예에서, 알파-히드록시산은 바람직하게는 약 5 내지 약 20 중량% 범위로 배합물에 존재하고, 약 10 내지 약 15 중량% 범위의 중량%가 더욱 바람직하다. 글리콜 알킬 에테르의 중량%는 바람직하게는 약 5 내지 약 20 중량% 범위이고, 약 10 내지 약 15 중량% 범위가 더욱 바람직하다. 폴리에틸렌 글리콜의 중량%는 바람직하게는 약 1 내지 약 15 중량% 범위이고, 약 1 내지 약 9 중량% 범위의 비율이 더욱 바람직하다. 물은 약 70 내지 약 80 중량%의 범위로 존재하며, 약 71 내지 약 77 중량%의 범위가 더욱 바람직하다.
- [0021] 추가 실시예에서, 배합은 아래의 4-부 혼합물의 물 회석물을 포함하거나 이로 구성되거나, 본질적으로 이로 구성된다:
- [0022] 1) 약 74% 물;
- [0023] 2) 약 13% 글리콜산;
- [0024] 3) 약 8% 디프로필렌 글리콜 메틸 에테르(DPM 글리콜 에테르);
- [0025] 4) 약 5% 폴리에틸렌 글리콜 (PEG 1000 유형);
- [0026] 여기서 회석물은 바람직하게는 약 4 내지 약 20부의 물에 대한 1부의 혼합물을 포함하거나, 이로 구성되거나, 본질적으로 이로 구성되며, 보다 바람직한 회석은 약 5 내지 약 12부의 물이며, 더욱 더 바람직한 회석은 약 6 내지 약 8부의 물, 약 6.5 내지 약 7.5, 또는 심지어 약 6.8 내지 약 7.2의 범위가 특히 적절하다. 이러한 회석물과 동등한 성분; 여기서 "성분 등가물"은 배합이 상술한 것과 동일한 성분 및 상대적 비율을 포함하거나, 이로 구성되거나, 본질적으로 이로 구성되지만, 배합은 규정된 회석에 의해 제조되지 않고, 예를 들어, 성분 직접 혼합과 같은 다른 수단에 의해 제조되었다(E5 Finish 배합물은 물 약 7부 대 Korkay 약 1부를 포함하는 혼합물을 생성하여 형성될 수 있음). 실시예에서, 배합물은 E5 Finish 배합물을 포함한다. 다른 실시예에서, 배합물은 물-회석 또는 물-제거 농도의 E5 Finish 또는 상술한 것과 화학적으로 동일한 배합물을 포함한다. 다른 실시예에서, 배합물은 E5 Finish를 포함하거나 본질적으로 이로 구성된다.
- [0027] 바람직한 도포 모드는 다음의 적용 또는 다음의 적용 비율에서 다음과 같은 화학적 등가물을 포함한다.
- [0028] 배합물은 Korkay 1부 대 물 약 4부 내지 약 20부, 보다 바람직하게는 물 약 5부 내지 약 12부의 회석, 더욱 바람직하게는 물 약 6부 내지 약 8부의 회석을 포함하거나 본질적으로 이로 구성된다.
- [0029] 배합물은 바람직하게는 겔린 당 약 200 내지 약 2000 평방 피트, 더욱 바람직하게는 겔린 당 약 500 내지 약 1500 평방 피트, 더욱 더 바람직하게는 겔린 당 약 800 내지 1200 평방 피트의 속도로 콘크리트 표면에 도포된다. 바람직한 실시예에서, 배합물은 Korkay 부 당 물 약 6부 내지 약 8부 범위의 Korkay 회석물이고, 도포 속

도는 갤런 당 약 800 내지 1200 평방 피트이다. Korkay가 구체적으로 언급되었지만, 위에서 나타난 화학적 등가물이 사용되거나 위의 회석물에서 사용될 수 있다.

[0030] 추가 실시예에서, 배합물은 물; 평균 분자량이 약 500 내지 약 1500 mw 범위인 알파-히드록시산, 글리콜 알킬 에테르, 및 폴리에틸렌 글리콜을 포함하거나 본질적으로 이로 구성된다. 추가 실시예에서, 알파-히드록시산은 약 5개 내지 약 1개 범위의 탄소를 함유하며, 글리콜산이 바람직하다. 글리콜산은 Chemsolv로부터 이용 가능하다. 글리콜 알킬 에테르는 바람직하게는 폴리프로필렌 메틸 에테르이고, 디프로필렌 글리콜 메틸 에테르가 바람직하다. 디프로필렌 글리콜 메틸 에테르는 예를 들어, Dow Chemical, Lyondell Bassell 및 Shell과 같은 다수의 소스로부터 이용 가능하다. 약 500 내지 약 1500 분자량 범위의 평균 분자량을 갖는 폴리에틸렌 글리콜은 바람직하게는 약 750 내지 약 1250 분자량 범위, 더욱 더 바람직하게는 약 950 내지 약 1050의 분자량 범위의 평균 분자량을 갖는 폴리에틸렌 글리콜이다. 적절한 폴리에틸렌 글리콜의 일례는 PEG(1000)이다.

[0031] 추가 실시예에서, 알파-히드록시산은 바람직하게는 약 5 내지 약 20 중량% 범위로 배합물에 존재하고, 약 10 내지 약 15 중량% 범위의 중량%가 더욱 바람직하다. 글리콜 알킬 에테르의 중량%는 바람직하게는 약 5 내지 약 20 중량% 범위이고, 약 10 내지 약 15 중량% 범위가 더욱 바람직하다. 폴리에틸렌 글리콜의 중량%는 바람직하게는 약 1 내지 약 15 중량% 범위이고, 약 1 내지 약 9 중량% 범위의 비율이 더욱 바람직하다. 물은 약 70 내지 약 80 중량%의 범위로 존재하며, 약 71 내지 약 77 중량%의 범위가 더욱 바람직하다.

[0032] 콘크리트 표면에 도포되는 배합물의 pH는 바람직하게는 약 3.0 내지 약 7.2 범위이다. 더욱 바람직하게는 pH는 약 4.0 내지 약 7.0 범위이고, 약 4.5 내지 약 6.8 범위의 pH가 더욱 바람직하다. 회석되지 않은 Korkay는 약 4.3의 리스트 pH를 갖는다.

[0033] 플로팅 공정이 수행된 후 콘크리트에 배합물을 도포하는 것이 바람직하다. 플로팅 공정이 수행되었지만, 결합 공정이 수행되기 전 또는 수행될 때 콘크리트에 배합물을 도포하는 것이 더욱 바람직하다. 배합물은 마감 공정 동안에 포함하여 결합 공정 후에 도포될 수 있지만, 본 발명의 이점은 감소되는 것으로 밝혀졌다. 일반적으로 본 발명의 최적의 이점을 위해, 배합물은 플로팅이 수행되었지만, 결합 공정이 수행되기 전에 도포되어야 한다는 것이 밝혀졌다.

[0034] 본 발명은 실내용 및 실외용 콘크리트 모두의 표면 제조에 사용될 수 있다. 내부용 콘크리트의 마감은 일반적으로 타설된 슬래브가 경화되기 시작한 후 3개의 연속 단계: 플로팅, 결합 및 최종 마감 단계를 포함한다. 각각은 특정 경화 단계에서 수행되며, 각 단계를 언제 시작할지 확인하는 것은 실무자의 숙련된 판단에 있다. 많은 또는 대부분의 슬래브가 종종 신축의 첫 번째 요소이기 때문에 온도, 상대 습도 및 풍속과 같은 외부 요소가 결정에 역할을 한다. "개선된 콘크리트 성능을 위한 방법 및 조성물"이라는 제목의 섹션에서 논의된 바와 같이, 콘크리트 제조를 위한 특정 공정의 맥락에서 특정 유형의 비정질 실리카를 사용하면 경화에 대한 외부 요소의 영향 중 많은 것을 최소화한다. 따라서, 표준 3단계 마감 공정이 훨씬 쉬워지며, 각 단계마다 에너지가 덜 필요하고 마감 중 콘크리트 손상 위험이 적다. 예를 들어, 3개 모두 일반적으로 대부분의 가정 및 상업용 건축의 기초가 되는 건축 슬래브의 콘크리트에 표준 마감을 얻기 위해 필요하다. 본 발명의 맥락에서, 아래에 설명되는 콘크리트의 우수한 물 보유 특성으로 인해 일반적으로 표준 콘크리트보다 플로팅이 더 쉽다. 플로팅은 예를 들어, 흡손, 워크 비하인드(walk behind), 파워 라이드-온 트롤(power ride-on trowel)과 같은 본 기술 분야에 알려진 방법에 의해 또는 48 또는 60-인치 팬을 사용하여 수행될 수 있다. 일반적으로, 플로팅에 필요한 노력은 통상의 콘크리트를 플로팅하는 데 필요한 노력에 비해 줄어들기 때문에, 기계 속도가 상당히 더 낮아질 수 있어, 다시, 콘크리트 표면 손상에 대한 가능성을 최소화할 수 있다.

[0035] 규정된 회석물에서, 그리고 규정된 속도로, 플로팅 후에, 그러나 결합 전에 또는 결합 중에 E5 Finish 용액을 표면에 도포하는 것이 바람직하다. 일부 상황에서는, 일부 플로팅이 이루어진 후 용액을 도포하고, 예를 들어, 이전 플로팅에 사용된 도구와 같은 플로팅 도구로 표면에 플로팅하는 것이 편리할 수 있다. 콘크리트 표면 상에 플라스틱형 마감재가 형성되는 것은 표면으로 플로팅된 경우 플로팅 후에 종종 분명하다. 이는 일반적으로 전체 콘크리트 표면 위에 균등하게 형성된다. 이는 일반적으로 숙련자 중 한 사람의 간단한 관찰로 쉽게 시각적으로 확인될 수 있지만, 또한 많은 경우에, 특별한 기술이 없는 사람에 의해서도 확인될 수 있다. "플라스틱형"이라는 설명은 콘크리트 표면 상에 플라스틱 필름이 퇴적된 것처럼 보이는 코팅을 설명한다. 광범위한 추가 마감 전에, 표면은 일반적으로 무광이고, 탁하고 평활하다. 이론에 얽매는 것을 원하지 않고, E5 Finish는 콘크리트의 비정질 실리카와 상호 작용하며, 상호 작용은 플로팅과 같은 구조적 중단에 의해 촉진되는 것으로 추정된다. 이는 일반적으로 다소 탁하지만 반드시 그런 것은 아니다.

[0036] 그 후, 결합 단계는 일반적으로 예를 들어, 결합 블레이드를 갖는 라이드 온 파워 트롤에 의한 것과 같이 본 기

술 분야에 알려진 바와 같이 수행된다. 이 단계 중에 표면의 플라스틱형 특성이 일반적으로 더 명확하고 뚜렷해진다. 추후 마감 단계로 유리 질감 및 외관을 취할 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다. 통상의 콘크리트에 사용된 것보다 더 높은 결합 속도를 사용하면 마감 중 이 시점에서 개선된 마감을 제공할 수 있지만, 필수적인 것은 아니다. 결합이 수행되지 않거나 그렇지 않으면 불필요하다고 생각되는 상황이 있을 수 있다는 것에 유의해야 한다.

[0037] 표면은 일반적으로 이하를 모두 포함하지 않는 콘크리트 결합 중에 전개된 표면과 뚜렷하게 다르다; 1) 본원에 개시된 본 발명의 비정질 실리카 양, 입자 크기 및 표면적, 및 2) 본원에 개시된 국소 배합물. 효과는 발명에 의해 "플라스틱형"으로 설명되었다. 표면은 일반적으로 결합 시간이 지남에 따라 어느 정도 증가하는 더 평활한 외관을 나타내며, 표면은 본원에 개시되는 본 발명의 배합물 및 공정이 없는 동일한 마감 단계에서의 널리 사용되는 콘크리트 배합물에 비해 큰 기공의 감소된 발생률뿐만 아니라 개선된 평탄도를 갖는다. "플라스틱형"이란 표면이 적어도 코팅의 외관을 갖는 것을 의미하고, 상기 코팅은 일반적으로 결합 동안 투명도가 높지 않고, 결합의 진행 및/또는 결합 블레이드 속도 증가에 따라 어느 정도 감소될 수 있는 정도로 막힌다. 나중에 결합하는 동안, 이후의 마감 단계에서와 같이 유리 질감 및 심지어 더 큰 투명도를 얻거나 얻지 못할 수 있다. 통상의 콘크리트에 사용되는 것보다 더 높은 결합 속도(약 190 rpm 초과)를 사용하면 투명도와 광택과 관련하여 개선된 마감을 제공할 수 있지만, 필수적인 것은 아니다. (결합이 수행되지 않거나 아니면 불필요한 것으로 간주되는 상황이 있을 수 있음에 유의해야 한다.) 다시, 콘크리트에 의해 그 표면에 보유된 물의 양이 많을수록 일반적으로 표면과 결합 블레이드 사이의 마찰이 줄어들며, 따라서 주어진 속도를 유지하기 위하여 기계에 더 적은 에너지가 필요하다. 표면에 대한 기계 손상의 위험은 일반적으로 크게 감소한다.

[0038] 그 후, 마감 단계가 수행될 수 있다. 예를 들어, 라이드 온 파워 트롤 또는 마감 블레이드를 갖는 워크 비하인드 트롤과 같은 본 기술 분야에 알려진 방법이 사용될 수 있다. 본 발명의 마감 방법 및 배합물로 작업한 사람들은 마감 단계로, 일반적으로 버니싱(burnishing) 단계로 얻을 수 있는 만큼 투명하지는 않지만, 본 기술 분야에 알려지고 동일한 방식으로 제조된 콘크리트 마감에 대해 증가된 투명도와 같은 유리 특성을 점점 더 많이 갖는다는 것을 나타낸다. 이론에 얽매이지 않고, 증가된 투명도는 본원에 개시된 바와 같이 본 발명의 실리카의 포함으로 인한 콘크리트 표면의 수분 유지의 결과인 것으로 생각된다. 마감 단계 후 달성할 수 있는 투명도, 광택 및 평탄도는 일반적으로 "Grade 1" 마감으로 인정하기에 충분하다. 통상적인 콘크리트의 경우(즉, 규정된 배합물의 개시된 국소 사용 및 개시된 비정질 실리카가 사용되지 않는 경우), 마감 단계는 이러한 유리질, 즉 높아진 투명도 및/또는 광택을 반드시 제공하지는 않으며, 통상적인 최고 마감 속도는 약 190 rpm이다.

[0039] 대부분의 이용 가능한 마감 기계는 약 190 rpm의 최고 속도로 제한되지만, 일부 구형 기계는 약 220 rpm의 최고 속도에 도달할 수 있다. 국소적인 본 발명의 배합물의 사용으로 종종 보이는 하나의 특징은 통상적으로 사용된 것(예를 들어, 180 내지 200 rpm)보다 더 높은 마감 블레이드 속도(예를 들어, 200 내지 220 rpm)를 사용하면 통상의 속도에서 달성할 수 있는 것보다 마감을 개선할 수 있어, 표면이 저속에서 달성될 수 있는 것보다 더욱 더 큰 광택과 투명도를 갖는다는 것이다. 이에 의해 달성된 표면은 종종 여전히 "Grade 1" 마감이지만, 이러한 증가된 속도로 마감되지 않은 본 발명의 표면에 대해 증가된 투명도와 광택을 갖는다. 본 발명자들이 알고 있는 한, 더 높은 속도에서의 이러한 투명도 향상은 본 발명의 콘크리트 및 마감 배합물에 특정적이다.

[0040] 마감 시간은 표면이 원하는 외관을 가질 때까지이다. 예를 들어, 우수한 투명도, 광택 및 평탄도를 갖는 마감을 관찰하기 위해 2개의 패스가 필요할 수 있다. 마감은 결합 단계 중에 더욱 무광택 외관을 가질 수 있으며, 이는 원하는 경우 최종 마감 단계를 수행하지 않음으로써 유지될 수 있다. 더욱 유리형 외관 및 질감을 갖는 마감을 얻기 위해, 일반적으로 최종 마감 단계로 진행할 필요가 있다.

[0041] 대안적으로, 보도, 연석 및 주차장과 같은 외부 사용을 위한 콘크리트는 일반적으로 어느 정도의 플로팅이 수행되지만 일반적으로 광범위한 마감이 필요하지 않다. 표면의 작은 결함이 남을 수 있으며, 결국 표면은 풍화되어 결함의 문제를 의심하게 만든다. 그러나, 외부 콘크리트의 경우, 콘크리트 수명 중 물 손상이 문제이다. 종종, 물 손상의 가능성을 줄이기 위한 조치가 취해진다. 하나의 조치는 경화제와 밀봉제를 도포하는 것이다. 이러한 에이전트가 제공하는 보호는 일반적으로 수명이 짧다. 또 다른 조치는 공기가 섞인 콘크리트를 사용하여 동결 중에 흡수된 물로 인한 손상을 최소화하는 것이다. 실제로, 둘 다 장기적이고 구조적인 해결책은 아니다. 그러나, 본 발명의 용액 및 희석물을 플로팅된 표면에 도포한 다음, 예를 들어, 손 플로팅 장비와 같은 본 기술 분야에 알려진 플로팅 장비로 수행되는 본질적으로 추가의 플로팅은 실외 시멘트로의 물 흡수를 방지할 수 있음이 밝혀졌다. 추가의 마감은 필요하지 않다.

- [0042] Rilum 테스트에 따른 실외 시멘트의 정상적인 물 흡수는 20분 동안 약 1.5 내지 3 ml이다. 본 발명의 공정 및 조성물에 따라 처리된 표면은 물을 흡수하지 않았다. 이론에 얽매이기를 원하지 않고, 일단 표면에 도포되면, 용액 또는 회석물이 경화 중에 형성될 수 있는 표면 결함 및 모세관으로 들어가고 비정질 실리카와 직접 또는 간접적으로 상호 작용하여 모세관에 고체 플러그를 형성하여 물의 빨아올림을 방지하는 것으로 추정된다. 플로팅 공정은 용액이 모세관 및 다른 표면 결함으로 빨아올려지는 것을 촉진하는 것으로 생각된다.
- [0043] 마감은 콘크리트 표면의 원하는 광택과 투명도에 기초하여 다양한 등급으로 수행될 수 있다. 위에서 설명한 바와 같이 그리고 업계에서 수행되는 바와 같이, 마감 기계로 190 rpm의 최고 속도로 마무리하면 일반적으로 본 기술 분야에 공지된 바와 같이 "Grade 1" 마감이 된다. 표면 품질의 추가 향상, 즉, 높아진 광택 및 투명도는 일반적으로 "Grade 2" 또는 "Grade 3" 마감을 전개하기 위해 또한 본 기술 분야에 공지된 버니싱 기계를 사용하여 달성될 수 있다. 본 기술 분야의 통상의 기술자는 일반적으로 마감된 표면의 시각적 검사에 의해 마감의 등급을 확인할 수 있다. (다양한 등급에 해당하는 근사 RA(거칠기 평균) 판독: Grade 1은 일반적으로 50-20의 RA에 대응하고; Grade 2는 일반적으로 19-11이 RA에 대응하며; Grade 3은 일반적으로 5-0의 RA에 대응) 버니싱할 때의 마감 품질은 일반적으로 Grade 1 표면을 제공하는 마감 단계에 의해 제공되는 마감 품질에 따른다는 점에 유의해야 한다. 버니싱에 의해 달성된 더 높은 등급의 마감은 일반적으로 광택 있는 외관을 갖는다. 통상적인 콘크리트와 달리, 본 발명의 버니싱된 표면의 광택은 보호제 또는 실란트를 사용하지 않고도 달성된다는 점에 유의한다.
- [0044] 바닥 버니싱 기계는 마감 기계보다 훨씬 더 빠른 속도(rpm)로 동작하기 때문에, 지금까지는 마감 완료 후, 마감된 표면 상에 버니싱 기계를 사용하기 전에, 적어도 약 3 내지 4일, 그리고 28일 또는 그 이상을 기다리는 것이 필요했다. 더 이른 사용은 일반적으로 마감된 표면에 스크래칭(2 내지 4 mm로 깊을 수 있음) 및 노출된 골재와 같은 상당한 손상의 위험이 있다는 것이 본 기술 분야에 알려져 있다. 현저하게, 본원에 개시되고 설명된 바와 같이, 비정질 실리카로 제조된 콘크리트뿐만 아니라 본원에 개시되고 설명된 국소 마감 용도의 배합물은 필요하다면 콘크리트 표면에 손상 없이 마감 직후에 버니싱될 수 있다.
- [0045] 더욱 구체적으로, 아래의 개선된 콘크리트 성능을 위한 방법 및 조성물 섹션에 설명된 바와 같이 비정질 실리카로 제조되고, 본원에 설명된 바와 같이 상기 배합물의 국소적인 마감 사용으로 추가로 제조된 콘크리트는 콘크리트 표면을 손상시키지 않고 마감 단계 직후에 버니싱될 수 있다. 예를 들어, 도 1은 갤런 당 1000 평방 피트의 속도의 마감으로서 국소적으로 사용되는 E5 Finish를 갖는 100 중량 당 4 온스 E5 Internal Cure를 함유하는 콘크리트 슬래브를 도시한다. 버니싱 공정은 마감 단계가 끝난 직후에 개시되었다. 도 1은 27 인치 버니셔가 2500 rpm으로 작동하고 있다는 사실에도 불구하고 손상되지 않은 표면을 나타낸다. 도 2는 대략 Grade 1에서 대략 Grade 2로의 표면 변환을 나타낸다.
- [0046] 버니싱 기계는 일반적으로 3가지 크기(직경 17, 20 및 27 인치)이며, 더 큰 직경의 기계는 2500 rpm만큼 높은 속도에 도달한다. 일반적으로, 더 높은 속도는 더욱 양호한 투명도와 광택을 제공한다. 본 발명의 하나의 현저한 특징은 통상적인 방법에 의해 제조된 콘크리트는 일반적으로 Grade 2 또는 Grade 3 광택 품질을 얻기 위해 버니싱 전에 가드 또는 실러의 도포를 필요로 하며, 종종 버니싱이 개시될 수 있기 전에 28일만큼 오래 기다리는 것이 필요하다는 것이다. 본 발명의 콘크리트는 콘크리트 표면을 손상시키지 않고, 가드 또는 실러를 도포하지 않고 마감 직후에 버니싱될 수 있다. 이론에 얽매이기를 원하지 않고, 마감 및 버니싱 단계는 비정질 실리카가 국소 배합물과 반응하여 유리 물질 또는 상을 생성하게 하고, 더 높은 마감 기계 및 버니싱 기계 rpm과 연관된 보다 완전한 반응을 일으킨다고 생각된다. 또한, 마감 단계와 마찬가지로 기계와 바닥 사이에 더 적은 마찰이 존재하여, 더 낮은 RA(거칠기 평균) 수치 및 증가된 버니싱 패드 수명을 제공하는 것으로 관찰되었다.
- [0047] 이용되는 버니싱 패스의 수는 일반적으로 투명도와 광택을 달성하기 위해 단지 필요한 것이다. Grade 1 마감을 Grade 2 마감으로 변환하는 데 필요한 패스 수는 최소 3-4개 또는 최대 4-20개일 수 있다. 매 1000 평방 피트의 표면에 대해, Grade 1을 Grade 2로 변환하려면 약 20분의 고속 버니싱이 필요할 수 있다. 마감 중에 바닥이 광택을 나타내지 않으면 광택이 버니싱하지 않을 가능성이 있다는 점에 유의한다. 경험에 따르면, 예를 들어, 1 내지 24 시간 또는 그 이상과 같이 마감 후 버니싱을 시작하기까지 약간의 시간을 기다리면 어떤 경우에는 버니싱을 할 때 더 양호한 투명도를 제공할 수 있다.
- [0048] 바람직하게는 위에 개시된 본 발명의 마감(또는 표면 처리) 배합 및 방법과 함께 사용되는 개선된 배합 및 콘크리트 혼합물 제조 방법이 아래에 개시된다. 마지막 3개의 예는 콘크리트 배합 및 방법 개시에 속한다.
- [0049] 개선된 콘크리트 성능을 위한 방법 및 조성물

- [0050] 콘크리트는 고대부터 건축의 기본 요소였다. 유형에 따라, 콘크리트는 시간이 지남에 따라 구조적 저하가 거의 없이 요소의 강직성과 지속적인 공공 사용을 견딜 수 있는 충분한 압축 강도를 가질 수 있다. 그 유용성에 필수적인 것은 양생되지 않은 콘크리트의 물-함유 혼합물의 타설 가능한 리올로지(rheology)이다. 콘크리트의 타설성은 단단한 형태로 양생되기 전에, 예를 들어, 몰드 또는 다른 제한과 같이 구조적 성형을 가능하게 한다. 물은 콘크리트의 성형과 양생 모두에 작용한다. 그러나, 지금까지는 콘크리트의 타설성을 유발하는 물을 주의 깊게 관리할 필요가 있었으며; 양생 중 임의의 시간에 콘크리트에 물이 너무 많거나 너무 적으면 콘크리트 양생 공정에 부정적인 영향을 주어 구조적으로 손상된 콘크리트 제품으로 이어질 수 있다.
- [0051] 콘크리트 양생에서 물은 일반적으로 3개의 중요한 기능을 갖는다. 첫째, 건식 시멘트의 수화를 위해 물이 필요하다. 수화 반응(양생)은 콘크리트-형성 반응(C-S-H 형성 반응)이며: 물은 콘크리트에 압축 강도를 부여하는 결합이 형성되는 반응에 참여한다. 이론적으로, 수화 반응이 완료될 때 가장 큰 압축 강도를 갖는 콘크리트가 형성된다. 실제로, 수화 반응은 일반적으로 양생의 첫 번째 단계 중에 상당한 정도로 진행되지만, 양생 콘크리트 표면으로부터의 물의 증발에 의해 나중에 제한된다. 콘크리트 수화는 풍속, 상대 습도 및 온도와 같은 주변 조건의 영향을 크게 받을 수 있다. 따라서, 콘크리트는 단지 부분적으로 양생되더라도 "건조"될 수 있다. 콘크리트 표면이 조기에 건조되면, 수화가 불완전할 수 있어, 다공성이면서도 약한 표면을 제공할 수 있다. 콘크리트가 최대 강도의 포텐셜에 도달하기 위해서는, 일반적으로 물이 장기간의 시간, 종종 며칠 동안 지속적으로 제자리에 있을 필요가 있다. 실제로, 콘크리트는 최대 강도의 포텐셜로 양생되는 경우는 거의 없다.
- [0052] 물의 두 번째 기능은 콘크리트의 타설성을 돕는 것이다. 시멘트에 물을 첨가할 때, 하지만 대규모로 수화가 일어나기 전에, 궁극적으로 수화에 참여할 물의 대부분은 이미 콘크리트의 첨가제 및 수산화칼슘과 연관된다. 이러한 관련 물을 초과하는 물은 일반적으로 콘크리트의 유동성에 도움이 되며, 더 많은 "여분의" 물은 일반적으로 콘크리트의 더 큰 유동성과 관련된다.
- [0053] 일반적으로, 상대적으로 적은 양의 이러한 여분의 물조차도 콘크리트 제품에 해로운 것으로 업계에서 생각된다. 환경 조건(바람, 상대 습도 및 온도)은 슬래브 표면이 내부보다 빨리 건조되게 할 수 있다. 내부 물은 종종 내부에 갇혀 있다. 어느 정도의 수화는 시멘트에 물을 첨가하는 것으로 시작되며, 타설 직후 수화가 잘 진행될 수 있다. 갇힌 물은 상대적으로 건조되고 부분적으로 양생된 표면에 의해 형성된 모세관을 통해 표면으로 빠져 나갈 수 있다. 갇힌 물은 대신 양생 콘크리트 내부에 저장소를 형성하여, 양생된 콘크리트 제품에 공극이 생길 수 있다. 모세관과 저장소 모두 결과적인 양생된 콘크리트의 압축 강도를 손상시킬 수 있다. 또한, 이는 서비스 수명 동안 환경의 물이 콘크리트에 진입할 수 있게 하여, 동결 손상 및 다른 물-매개 손상 공정으로 인해 콘크리트가 저하되게 한다.
- [0054] 또한, 수화에 참여하지 않는 물(즉, 콘크리트와 화학적으로 결합하지 않는 물)은 본질적으로 타설된 콘크리트에 부피를 추가하고, 건조 중에 이러한 물의 손실은 일반적으로 양생 중의 콘크리트의 어느 정도의 수축을 초래하는 것으로 생각된다. 그럼에도 불구하고, 콘크리트는 작업 가능해야 한다. 따라서, 수화(양생) 및 작업성이 극대화되도록 최적의 양의 물을 포함하는 한편, 수화/건조 중에 콘크리트에 대해 수축 및 구조적 손상을 최소화하는 것이 미세한 균형 작용으로 남아 있으며, 이는 환경 요인에 의해 더욱 더 어려워진다.
- [0055] 물의 세 번째 기능은 증발로 인해 또한 건조될 수 있는 부분적으로 양생된 표면의 마감을 가능하게 하는 것이다. 초기 건조된 표면은 일반적으로 마감하기가 어렵다. 스트라이크-오프(strike-off), 클로징(closing) 및 마감을 용이하게 하기 위해 이러한 표면에 물을 추가하는 것은 통상적인 관행이다. 추가된 물은 특히 모세관이 있는 경우 표면을 관통할 수 있다. 이러한 물은 종종 콘크리트가 건조한 것처럼 보일 때에도 일반적으로 장기간에 걸쳐 콘크리트를 천천히 떠난다. 종종 바닥 타일 또는 바닥에 대한 카펫류와 같은 구성 요소를 고정할 필요가 있는 시일링 또는 단계와 같은 추가 단계는 마감 물의 느린 방출에 영향을 받는다. 예를 들어, 물의 느린 방출로 인해 바닥 설치 후 짧은 시간 내에 접착제가 실패하는 것은 드문 일이 아니다. 이러한 물은 종종 주로 마감 물이다. 물이 추가된 경우에도, 부분적으로 건조된 표면을 효과적으로 마무리하기 위해서 마감 기계는 종종 더 높은 설정에서 동작되어야 한다.
- [0056] 예를 들어, 물 투과성, 압축 강도 및 내마모성과 같은 콘크리트 특성을 개선하기 위해 콘크리트에 추가 시멘트질 재료를 사용하는 것이 공지되어 있다. 예를 들어, 실리카 흙과 같은 다양한 유형의 미립자 실리카가 물 투과성 및 압축 강도를 개선하기 위한 추가 시멘트질 재료로서 콘크리트에 사용되었다. 실리카의 일반적인 문제는 콘크리트 배합물의 물 수요를 증가시켜 양생 중 모세 혈관 및 공극 형성의 가능성이 상당한 블리드 워터의 더 높은 가능성으로 인해 증가될 수 있다는 것이다. 블리드 워터를 감소시키기 위해, 비교적 많은 양의 실리카 흙(시멘트질 재료의 5 내지 10 중량%)을 사용하는 것이 업계에서 통상적이며, 물은 최소화되거나 예를 들어, 시

멘트질 재료에 대한 물의 중량으로 약 0.5의 비율 미만과 같이 비교적 적은 양으로 조심스럽게 공급된다. (콘크리트 혼합물의 설계 및 제어, 16판, 2쇄(개정); Kosmatka, Steven H.; 156 페이지). 이러한 적은 양의 물은 일반적으로 시멘트 제조사가 권고하는 양보다 적으며, 콘크리트의 리올로지를 상당히 손상시킬 수 있어, 타설 또는 작업을 어렵게 만든다.

[0057] 놀랍게도, 타설 콘크리트 설비에서, 나노실리카, 즉, 평균 입자 크기가 약 55 nm 미만, 일부 실시예에서 약 7.8 nm 미만, 또는 다른 실시예에서, 약 5 내지 약 55 nm, 또는 약 5 내지 약 7.9 nm이고; 표면적의 범위가 약 300 내지 약 900 m²/g, 또는 다른 실시예에서 약 450 내지 약 900 m²/g이고, 콘크리트에 존재하는 양이 중량비로 100 파운드의 시멘트 당 약 0.1 내지 약 4 온스의 비정질 실리카(즉, 물, 골재, 모래 또는 다른 추가물을 포함하지 않음)의 범위인 입자를 갖는 비정질 실리카를 사용하면 이러한 비정질 실리카가 없는 상태에서 수화되는 콘크리트보다 양생 중 물 손실률이 현저히 낮게 될 수 있다는 것이 밝혀졌다. 따라서, 본 발명의 방법의 새로 타설되고, 부분적으로 양생된 콘크리트의 표면은 다른 방법에 의해 제조된 콘크리트의 기간보다 더 오랜 기간 동안 쉽게 작업할 수 있게 되며, 통상적으로 증발 속도를 높이는 환경 조건에 덜 민감하다. 블리드 워터, 컬링(curling), 균열 및 수축이 일반적으로 크게 감소한다. 결과적인 양생 콘크리트의 압축 강도는 일반적으로 상당히 증가한다. 놀랍게도, 본 발명의 이점을 실현하는 데 중요한 것은 건조 성분이 완전히 젖도록 물과 기타 건조 성분이 혼합된 후 콘크리트 혼합물에 실리카를 도입하는 것이다. 습윤 전과 같은 초기 단계에서 실리카를 도입하면 일반적으로 블리드 워터, 균열 및 수축의 상당한 감소를 제공하지 않으며, 실제로 논-실리카 대조군보다 이러한 양태에서 더 나쁠 수 있다. 상술한 내용은 논-실리카 대조군과 관련하여 압축 강도에 개선이 있는 경우에도 유효하다.

[0058] 구조적 목적으로 업계에서 일반적으로 사용되는 것보다 훨씬 적은 비율로 시멘트에 사용되는 작은 입자 크기의, 높은 표면적 비정질 실리카를 포함하는 콘크리트가 개시된다: 시멘트 혼합물 100 중량("cwt") 당 단지 약 0.1 내지 약 4 온스. 추가 양태에서, 개선된 콘크리트는 실리카의 공정-특정 추가에 의해 제조된다. 이러한 개선된 콘크리트는 시멘트 제조업체가 권고하는 표준 양의 물을 사용하거나, 심지어 압축 강도를 현저하게 손상시키지 않고 권고량을 초과하는 물을 사용하여 제조될 수 있다. 이러한 결과는 실제로 놀랍다. 이러한 물의 양을 사용함에도 불구하고, 양생하는 동안 블리드 워터가 거의 또는 전혀 관찰되지 않는다. 모세관과 공극의 형성은 최소화되거나 심지어 본질적으로 완전히 억제되며, 양생 동안 콘크리트에 더 많은 물이 보유되어, 더 많은 물이 장기간에 걸쳐 양생에 참여할 수 있게 하고, 압축 강도는 초기(3일)와, 특히 후기(28일) 모두에 크게 개선되었다.

[0059] 상대적으로 많은 양의 물을 허용함에도 불구하고, 저-실리카 콘크리트는 다른 개선된 특징 중에서도 압축 강도와 내마모성이 개선되었다. 압축 강도의 개선은 사용된 소량의 실리카를 고려할 때 놀라우며, 알려진 방법은 일부 경우에 상당히 적은 이득을 달성하기 위해 훨씬 더 많은 양을 사용한다. 또한, 심지어 통상적으로 사용되는 더 많은 양의, 예를 들어, 실리카 함과 같은 실리카의 사용으로 콘크리트 내마모성의 큰 개선이 일반적으로 관찰되지 않았다. (id, 159 페이지). 본원에 설명된 저-실리카 콘크리트는 테스트 ASTM C944에 의해 측정된 내마모성에서 현저한 개선을 제공한다. (상술한 표준과 관련하여, 22 pd, 98 kg 부하를 채용하는 버전이 여기 표준에 대한 모든 참조에서 사용되었다.) 표준 콘크리트(즉, 아래에서 교시되는 고-표면적 비정질 실리카를 포함하지 않음)는 약 2.5 내지 약 4.0 그램 손실의 범위에서 값을 가질 수 있다. 본원에서 교시되는 저-실리카 콘크리트는 1.1 그램 손실 이하만큼 낮은 ASTM C944 값을 가질 수 있다.

[0060] 더욱 더 현저하게는, 시멘트 혼합물을 형성하기 위해 성분을 혼합하기 위한 공정의 특정 단계는 새로 타설되고, 부분적으로 양생된 콘크리트 표면의 증가된 물 보유, 압축 강도 및 작업성의 실현을 위해 중요하다. 본질적으로 모든 비정질 실리카는 일부 또는 본질적으로 모든 물과 건조 성분(예를 들어, 시멘트 혼합물, 골재, 모래)을 예를 들어, 혼합 단계(즉, 실제 타설 전)에서 사용되는 Ready-mix와 같은 혼합 기계 내에서 결합한 후 추가된다. "본질적으로 모든 물"은 예를 들어, 비정질 실리카의 콜로이드 현탁액을 생성하는 데 관여하는 물과 같은 비정질 실리카 배합물의 일부인 물을 의미하며, 이는 일반적으로 콘크리트 혼합물에 추가되는 물보다 훨씬 적고 "본질적으로 모든"의 의미에 포함되지 않는다. 최종 혼합 및 타설 전에 물의 마지막 부분(즉, "테일 워터") 후에 (또는 일부 실시예에서) 작은 입자 크기의 실리카를 첨가하는 것이 특히 편리하다. 물 추가를 두 부분으로 나누는 것은, 두 번째 부분이 드럼 입구 부근으로부터 아래로 나머지 건조 성분을 벌크로 린싱하는 데 사용될 수 있다는 점에서 Ready-mix를 사용하면 특히 편리하다.

[0061] 이러한 작은 입자 실리카는 테일 워터 추가가 예측되지 않은 후에 더 효과적이다. 본 기술 분야의 일반적인 생각은 콘크리트에 실리카를 추가하는 것이 물을 첨가하기 전에 시멘트질 재료의 혼합물에 추가되더라도 일반적

으로 효과적이라고 이제까지 생각되었다는 것이다. 그러나, 건물 슬라브, 기초 및 다른 대규모 콘크리트 타설의 건축에 필요한 규모에서 Ready-mix와 같은 혼합 및 타설 장비가 사용되고, 본원에 설명되는 바와 같이, 소량의 작은 입자 크기의 실리카의 추가는 물 이전에 추가될 때, 또는 시멘트질 재료를 적시는 데 사용되는 물의 부분과 함께 추가될 때보다, 본원에 나타낸 바와 같이 일정량의 물 후에 추가될 때, 또는 바람직한 실시예에서 본원에 개시되는 바와 같이 적셔지고 선택적으로 일정 기간 동안 혼합된 콘크리트에 물의 두 번째 부분("테일 워터")과 함께 또는 그 후에 추가될 때 훨씬 더 효과적인 것으로 입증되었다.

[0062] 비정질 실리카는 예를 들어, Ready-mix 또는 다른 혼합기를 사용하는 것과 같이 물, 시멘트 혼합물 및 고체(골재 및 모래)가 혼합된 후에 추가된다. 모세관과 저장소의 형성이 감소되거나 제거될 수 있다. 본 발명의 이점은 일반적으로 콘크리트 혼합물이 이를 완전히 수화시키기 위해 콘크리트에 필요한 양을 초과하는 상당한 양의 물을 포함하는 경우에도 얻을 수 있다(시멘트 혼합물은 제조업체 사양에 따라 완전히 수화될 수 있는 콘크리트를 제공하기 위해 권고되는 양의 물을 일반적으로 가짐). 완전 수화에 필요하거나 시멘트 혼합물 제조업체에 의해 권고되는 양과 같거나 심지어 초과하는 물을 갖는 콘크리트가 바람직하다.

[0063] 더 큰 크기의 실리카는 콘크리트의 압축 강도를 개선시키는 것으로 나타났지만, 실리카는 물 요건을 갖고 크기가 감소하고 표면적이 증가함에 따라 콘크리트에 필요한 물의 양이 증가한다는 것은 잘 알려져 있다. 따라서, 본 기술 분야의 인식은 1) 실리카 입자 크기를 감소시키는 것과 2) 모세관 및 공극의 형성이 최소화되도록 물 함량을 충분히 낮게 유지하는 것 사이에 긴장이 있다는 것이다. 따라서, 작은 입자 크기에서는, 물 요건이 실리카가 제공하는 구조적 이점을 무시할 위험이 있는 것으로 생각된다. 이 사실을 설명하기 위해, 출원인은 예를 들어, 상대적으로 물과 시멘트 혼합물을 완전히 혼합하기 전의 임의의 시간에서와 같이(물이 시멘트 혼합물을 적시기 전에 또는 그와 함께), 타설 가능한 콘크리트 혼합물의 제조에서의 다른 시점에서 규정된 비정질 실리카가 시멘트 또는 콘크리트 혼합물에 추가되는 경우에, 비정질 실리카가 물과 시멘트 혼합물의 완전한 혼합 후에 추가되는 경우보다 결과적인 타설된 콘크리트가 상당히 더 많은 모세관, 공극 및/또는 결과적인 표면 블리드 워터를 나타낼 수 있다는 것을 발견하였다. 따라서, 시멘트와 물이 완전히 혼합된 후의 시점에서 실리카(바람직하게는 비정질 콜로이드 실리카 또는 침전 실리카)가 추가되는 경우, 모세관 및 공극의 형성이 감소되거나 제거되고, 물의 증발이 느려지고 새로 타설된, 부분적으로 양생된 표면이 종종 마감 물을 추가하지 않고도 일반적으로 쉽게 작업된다는 것은 진정으로 놀랍다. 일반적으로, 물과 시멘트 혼합물의 완전한 혼합이 일어나지 않더라도 물 뒤에 실리카를 추가하면 어느 정도의 이점이 관찰될 수 있다는 것이 예측될 것이다.

[0064] 나노실리카의 지연된 추가의 성공은 콘크리트 형성 혼합물에 콜로이드 실리카로서 도입되었을 때, 나노실리카 입자 크기 및 표면적과 같은 요인이 콘크리트 특성, 가장 현저하게는 압축 강도에 어떻게 영향을 미치는지에 대해 발견된 사실을 고려할 때 특히 놀랍다. 발명자가 자신의 실험 후에 단지 알게 된 가장 최근의 발견인 본 기술의 일부 발견에 대한 요약은 다음과 같다. 콘크리트-형성 혼합물에서 콜로이드성 나노실리카(평균 입자 크기가 약 100 nm 미만인 실리카, 특히 평균 입자 크기가 약 10 내지 15 nm 미만인 실리카)의 사용은 결과적인 콘크리트의 다른 특성 중 압축 강도와 관련된 문제로 가득 차 있다. 예를 들어, 과거 연구는 예를 들어, 실리카 흙(약 145 nm)과 같은 더 큰 입자 크기의 실리카가 일반적으로 광범위한 입자 크기 및 부하에서 압축 강도에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 보여주었다. 그러나, 더 작은 실리카 입자는 압축 강도와 훨씬 더 복잡한 상관 관계를 갖는다. 최근 연구는 나노실리카 입자가 콜로이드 용액에서 응집되는 경향이 있다는 것을 보여주었다(예를 들어, 실리카 흙과 같은 논(non)-나노 크기의 실리카 입자는 더 표면 포텐셜을 갖고, 응집되는 경향이 훨씬 더 적음.) 연구는 추가로 이러한 응집이 콘크리트-형성 혼합물에 도입될 때 예를 들어, 교반에 의해서와 같이 후속적으로 충분히 분산되지 않을 때 콘크리트 매트릭스 구조가 없는 최종 콘크리트 제품에서 공간이 될 수 있다는 것을 추가로 보여주었으며, 이는 압축 강도 및 다른 특성에 부정적인 영향을 미친다. 그러나 연구는 또한 논-나노 크기 실리카의 표면적보다 훨씬 더 큰(열 배, 종종 수십 배 초과), 포졸란 반응(pozzolanic reaction)을 위해 나노실리카가 제공하는 광범위한 표면적이 C-S-H 매트릭스-형성 반응이 실리카 표면에서의 반응으로부터 경쟁을 경험하게 한다는 것을 보여준다. 결과적으로, 많은 양의 표면적의 이용 가능성은 더 약한 C-S-H 매트릭스를 초래하고, 더 낮은 압축 강도를 초래할 수 있다. 따라서, 압축 강도를 증가시키는 나노실리카 로딩 파라미터 검색에서, 1) 콘크리트-형성 혼합물의 골재 지속성과 2) 콘크리트-형성 혼합물의 교반 또는 다른 모드의 분산의 적용 사이에 긴장이 있을 수 있어, 골재가 감소되거나 제거되지만, 노출된 실리카 표면적의 양의 급증을 초래한다.

[0065] 발명가가 현장에서 나노실리카를 사용하려는 시도에서 차질에 직면했다. ASTM 305-06과 같은 표준 절차에 의해 제조될 때 실험실에서 압축 강도 증가를 명확하게 생성하는 실리카 로딩은 산업적 타설, 예를 들어, Readymix 공정의 제조 제약에 따라 대규모 공정에서 표준 방식으로 사용될 때 종종 압축 강도 이득을 제공하지 못하는 것

으로 밝혀졌다. 또한, 콘크리트는 종종 유동적으로 손상되어 불량한 타설성을 가질 뿐만 아니라, 종종 실리카가 없는 대조군보다 더 큰 블리드 워터, 균열, 양생 및 수축을 나타냈다.

[0066] 나노실리카의 동일한 로딩 레벨에 대한 이러한 절차적 의존성은 명백한 차이가 스케일에 있을 뿐만 아니라 Readymix와 연관된 성분 혼합을 완료하는 데 걸리는 시간이 증가하기 때문에 예상하지 못한 것으로 고려될 수 있다. 본 기술 분야의 통상의 기술자는 압축 강도에 영향을 미치는 공정이 콘크리트 성분의 초기 혼합에 포함된 비교적 짧은 시간 스케일로 발생하여 혼합 시간의 차이가 압축 강도에 영향을 미칠 것이라고 기대하지 않을 수 있다. 이는 타설 시간에 테스트 실린더가 사용되는 경우 특히 그러하며; 즉, 측정된 압축 강도의 차이는 더 큰 슬라브 벌크 크기 대 샘플 크기에 심지어 부분적으로 기인하지 않는 것으로 주장될 수 있다.

[0067] 또한, 광범위한 실험을 통해, 아래 설명된 바와 같이 혼합 공정 후반에 실리카를 추가하면 나노실리카의 압축 강도 증가 효과를 회복하는 것으로 밝혀졌다. 나노실리카가 최종적으로 추가될 때까지 거의 모두는 아니더라도 많은 혼합 교반이 일어나기 때문에 이것은 예상하지 못한 결과였다. 따라서, 임의의 골재는 콘크리트 혼합물로 완전히 소실될 가능성이 작고, 위에서 설명한 바와 같이 이론적으로 콘크리트를 약화시킬 것이다. 일반적으로, 건축 규모에서 물을 추가한 후 콜로이드 나노실리카를 추가하면 더욱 타설성이 있는 콘크리트 혼합물 및 증가된 압축 강도, 타설성 및 내마모성뿐만 아니라 표준 추가 샘플 및 실리카가 없는 대조군 샘플에 대해 감소된 균열, 컵링 및 수축을 갖는 콘크리트 제품을 제공하는 것으로 밝혀졌다.

[0068] 콘크리트 혼합물은 a) 건조 시멘트 혼합물; b) 물; c) 비정질 실리카; d) 골재 및/또는 모래의 일정량을 포함하는 성분으로부터 생성된다.

[0069] 건조 시멘트 혼합물은 일반적으로 물/시멘트 비율을 제공하는 권고 물 함량을 가지며, 바람직한 타설 및 양생 특징의 조합을 갖는 콘크리트 혼합물을 제공한다. 일부 경우에, 권고 물 함량은 광범위한 물 함량을 포함한다. 아래에 나타난 바와 같이, 타설 전 콘크리트 혼합물의 초기 물 함량은 양생 및 마감 중에 문제를 발생시킬 수 있으며, 이는 결과적인 콘크리트 설비(슬래브, 기초 등)의 품질을 저하시킨다. 양생된 콘크리트에서 물-매개 구조적 결함을 감소시키기 위해 채용되는 "감수제(water-reducer)" 및 고성능 가소제의 사용과 같은 감수 조치가 통상적이다. 본 발명의 이점은 물 함량이 제조업체가 권고하는 것 아래로 감소되는 상황에서 명백해야 하지만, 본 발명은 콘크리트 혼합물에 포함된 물이 건조 시멘트 혼합물의 제조업체에 의해 특정된 양 이상인 상황에서 본 발명의 콘크리트를 제공하는 데 사용될 수 있다는 점에 유의해야 한다. 콘크리트 혼합물의 감수제는 일반적으로 불필요하다.

[0070] 따라서, 넓은 양태에서, 시멘트 혼합물과 콘크리트 혼합물에 존재하는 물은 다음 비율로 혼합물에 존재한다.

[0071] 물의 양 및 다량의 건조 시멘트 혼합물의 양, 상기 시멘트 혼합물은 이하를 특징으로 한다:

[0072] i) 제조업체가 제시한 물/시멘트 비율 값; 여기서 상기 제시된 비율은 약 0.35 내지 약 0.65의 범위에 속하고; 물의 양과 결합시, 물/시멘트 비율은 제시된 값보다 약 10 % 작은 것에 대응하는 값보다 크고, 제시된 값보다 약 30 % 작은 것에 대응하는 값보다 작고;

[0073] 또는

[0074] ii) 상위값 및 하위값을 갖는 제조업체가 제시한 물/시멘트 비율 범위, 그리고 물의 양과 결합시 물/시멘트 비율은 하위값보다 약 10 % 작은 것에 대응하는 값보다 크고, 상위값보다 약 30 % 큰 것에 대응하는 값보다 크지 않고;

[0075] 또는

[0076] iii) 물의 양과 결합시 물/시멘트 비율이 약 0.35 내지 0.65 범위에 있는 양;

[0077] 본 발명의 이점은 일반적으로 상업적으로 유용한 유형의 Portland 시멘트를 사용하여 나타날 것으로 예상된다. 시멘트 혼합물은 예를 들어, 유형 I, II, III, IV 및 V의 포틀랜드 시멘트와 같이 건축에 통상적으로 사용되는 유형 중 하나 이상이다.

[0078] 위의 물의 양이 시멘트 혼합물에 추가된다. 이 양은 콜로이드, 분산액, 에멀전 등과 같은 물-함유 배합물의 경우 실리카와 함께 도입되는 물을 제외하고, 적어도 시멘트 혼합물을 포함하는 콘크리트 혼합물과 결합되는 모든 물을 포함한다. 아래에서 더 상세히 설명하는 바와 같이, 물은 적어도 시멘트 혼합물을 예를 들어, 물의 첫 번째 부분 이후에 물의 두 번째 부분(예를 들어, "테일 워터")의 추가가 콘크리트 혼합물과 결합되어 일정 시간 동안 교반되는 것과 같이 복수의 부분으로 포함하는 콘크리트 혼합물과 결합될 수 있다. 콘크리트가 부분적으

로 양생된 후 표면이 조기 건조되는 것을 방지하기 위해 때때로 물이 콘크리트 표면에 도포되며, 이는 수축을 초래할 수 있을 뿐만 아니라 나중에 작업 및 마감에 어려움을 초래할 수 있다는 것에 유의한다. 이러한 "마감" 물은 물의 양에 포함되지 않는다. 다른 실시예에서, 물/시멘트 비율은 약 0.38 내지 0.55의 범위, 또는 더 특정한 실시예에서, 약 0.48 내지 약 0.52의 범위, 또는 약 0.38 내지 약 0.42의 범위이다.

- [0079] 보다 바람직한 실시예에서, i), ii) 및 iii)을 참조하여, 상술한 물 및 시멘트 혼합물은 건조 시멘트 혼합물의 양과 물의 양의 결합시 비율로 콘크리트 혼합물에 존재하고, 물/시멘트 비율은 다음과 같다:
- [0080] 제시된 값 이상이지만, 제시된 값보다 30 % 큰 것에 대응하는 값보다 크지 않거나;
- [0081] 제시된 범위의 상위값 이상이지만, 상위값보다 약 30 % 큰 것에 대응하는 값보다 크지 않거나;
- [0082] 적어도 0.35이지만, 0.65보다 크지 않다.
- [0083] 비정질 실리카의 입자 크기는 특히 중요하다. 미세화된 실리카에서 발견되는 것과 같은 더 큰 입자 크기는 일반적으로 본원에 규정된 크기의 비정질 실리카가 규정된 양으로 사용될 때 보이는 정도로 모세관 및 공극의 형성을 감소시키지 않는다. 본 발명의 콘크리트 혼합물은 비정질 나노실리카의 양을 포함하며, 이는 바람직하게는 a)에서 시멘트 100 중량(cwt) 당 약 0.1 내지 약 7.0 온스 범위의 양으로 존재하고, 평균 실리카 입자가 크기가 약 1 내지 약 55 나노미터 범위이고 및/또는 실리카 입자의 표면적이 약 300 내지 약 900 m²/g 범위, 또는 다른 실시예에서, 약 450 내지 약 900 m²/g의 범위인 입자 크기를 갖는다.
- [0084] 다양한 소스로부터의 비정질 실리카는 위의 입자 크기 및 표면적 파라미터로 특징화될 수 있는 한 일반적으로 적절하다. 적절한 비정질 실리카의 비제한적인 예는 콜로이드 실리카, 침전 실리카, 실리카 겔 및 흡드 실리카를 포함한다. 그러나, 콜로이드 비정질 실리카 및 실리카 겔이 바람직하고, 콜로이드 비정질 실리카가 가장 바람직하다.
- [0085] 추가 실시예에서, 실리카 입자 크기는 약 5 내지 약 55 nm 범위이다. 평균 입자 크기가 약 25 nm 미만인 입자가 바람직하고, 평균 입자 크기가 약 10 nm 미만이 더 바람직하며, 평균 입자 크기가 약 7.9 nm 미만이 더욱 더 바람직하다. 콘크리트에서 바람직한 중량 비율은 시멘트 100 파운드 당 약 0.1 내지 약 3 온스의 비정질 실리카이다(물, 골재, 모래 또는 다른 첨가제는 포함되지 않음). 콘크리트에서 더 바람직한 중량 비율은 시멘트 100 파운드 당 약 0.1 내지 약 1 온스의 비정질 실리카이다(다시, 물, 골재, 모래 또는 다른 첨가제는 포함하지 않음). 더욱 더 바람직하게는 시멘트 100 파운드 당 약 0.45 내지 약 0.75 온스의 비정질 실리카이다(다시, 물, 골재, 모래 또는 다른 첨가제는 포함하지 않음). 놀랍게도, 시멘트 혼합물 100 파운드 당 비정질 나노실리카가 약 3 내지 약 4 온스 초과이면, 콘크리트 혼합물을 타설하거나 작업하기가 어려워질 수 있으며, 논-실리카 대조군에 대해서도 압축 강도가 크게 저하될 수 있다. 그렇지 않으면, 시멘트 100 파운드 당 약 1 온스를 초과하는 양은 일반적으로 시멘트 100 파운드 당 약 0.45 내지 약 0.75 온스의 비정질 실리카의 바람직한 범위와 관련하여 감소하는 압축 강도 이득을 제공한다. 주어진 바람직한 범위는 가장 경제적으로 실현 가능한 범위이며, 즉, 그 초과에서는 압축 강도 이득이 추가 실리카 단위 당 더 적으며, 압축 강도의 단위 증가 당 실리카 비용은 콘크리트 비용을 엄청나게 증가시킬 수 있다.
- [0086] 약 50 내지 약 900 m²/그램 범위의 표면적을 갖는 비정질 실리카가 바람직하고, 약 150 내지 약 900 m²/그램이 더욱 바람직하고, 약 400 내지 약 900 m²/그램이 더욱 더 바람직하며, 450 내지 700 m²/그램 또는 500 내지 600 m²/그램이 더욱 더 바람직하다. 알칼리성 pH(약 pH 7 또는 초과)를 갖는 비정질 실리카가 바람직하며, pH가 8 내지 11의 범위인 것이 더욱 바람직하다.
- [0087] 또 다른 실시예에서, 비정질 실리카는 약 85 중량% 물에 약 15 중량% 비정질 실리카를 함유하는 Specification Products LLC로부터 상업적으로 이용 가능한 첨가제인 E5 INTERNAL CURE를 사용하여 제공된다. 실리카 입자 특징은 약 10 nm 미만의 평균 입자 크기(BET 방법으로 측정) 및 약 550 m²/g의 표면적이다. 일 실시예에서, 시멘트에 대한 E5 INTERNAL CURE의 중량 비율은 100 파운드 시멘트에 대해 약 1 내지 약 20 온스의 E5 INTERNAL CURE의 범위이다(물, 모래, 골재 또는 다른 첨가제를 포함하지 않음). 보다 바람직하게는 시멘트에 대한 E5 INTERNAL CURE의 중량 비율은 약 100 파운드의 시멘트에 대해 약 1 내지 약 10 온스의 E5 INTERNAL CURE의 범위이다(물, 모래, 골재 또는 다른 첨가제를 포함하지 않음). 시멘트에 대한 E5 INTERNAL CURE의 보다 바람직한 중량 비율은 약 100 파운드의 시멘트에 대해 약 1 내지 약 5 온스의 E5 INTERNAL CURE의 범위이고, 약 100 파운드의 시멘트에 대해 약 3 내지 약 5 온스의 E5 INTERNAL CURE가 더욱 더 바람직하다(물, 모래, 골재 또는 다른

첨가제를 포함하지 않음). 놀랍게도, 약 100 파운드의 시멘트에 대해 약 20 온스 초과 E5의 사용은(다시 물, 모래, 골재 또는 다른 첨가제를 포함하지 않음) 추가적인 유익한 물 또는 압축 강도 이점이 관찰되지 않거나 또는 최소한으로 관찰될 수 있다는 점에서 유리하지 않을 수 있다. 결과적인 콘크리트 혼합물은 타설하기 어려울 수 있으며, 임의의 결과적인 콘크리트는 열등한 품질일 수 있다. 콘크리트의 품질은 시멘트 100 파운드 당 약 3 내지 약 5 온스의 바람직한 범위로부터의 거리에 따라 감소하지만, 압축 강도는 E5 INTERNAL CURE 콜로이드 비정질 실리카가 없는 경우보다 여전히 개선될 수 있다. 바람직한 실시예에서, 콘크리트 혼합물에 추가되는 콜로이드 실리카는 실리카 약 40 내지 약 98 중량% 범위이고, 60 내지 95 중량%가 바람직하고 70 내지 92 중량%가 더욱 바람직하며, 75 내지 90 중량%가 더욱 더 바람직하다.

[0088] 골재 및 모래는 일반적으로 건축 목적을 위해 본 기술 분야에 알려진 양으로 본 발명의 콘크리트에 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 일정량의 골재 및/또는 일정량의 모래가 사용되어, 전체 양은 약 400 내지 약 700 중량% bwoc 범위이다. 일반적으로, 콘크리트 혼합물은 시멘트 혼합물, 물, 및 바람직하게는 일정량의 골재 및 모래(중중 본 기술 분야에서 각각 "큰 골재" 및 "작은 골재"로 지칭됨)를 포함하는 성분으로 제조된다. 콘크리트 혼합물이 모래만 또는 골재만을 포함하는 것과 같이, 둘 중 하나만 포함하는 것이 허용되지만, 혼합물이 적어도 각각의 양을 포함하는 것이 바람직하다. 모래와 골재는 시멘트 혼합물의 실리카 함량에 기여할 수 있으므로, 콘크리트 혼합물의 물 요건에 영향을 줄 수 있다(즉, 다소 증가). 일반적으로, 콘크리트를 놓을 용도에 적합한 대부분 유형의 골재가 사용될 수 있다. 거칠고 분쇄된 석회석 자갈, 더 큰 등급의 분쇄된 깨끗한 돌 등과 같은 큰 골재뿐만 아니라 더 작은 등급의 분쇄된 깨끗한 돌, 미세 석회석 자갈 등과 같은 작은 골재도 포함된다. 마찬가지로, 피트(pit)(거친) 모래, 강 모래 등과 같은 많은 유형의 모래가 사용될 수 있다. 일반적으로, 콘크리트 어플리케이션에서, "거친 모래"가 모르타르에 사용하기에 더 적합한 것으로 알려진 "부드러운 모래"보다 선호된다. 그러나, 부드러운 모래는 일반적으로 콘크리트 제조에 사용될 때 거친 모래와 다른 물 요건을 가질 것으로 예상될 수 있다. 본 기술 분야에 알려진 바와 같이, 중량-지지 어플리케이션은 거칠고, 분쇄된 석회석과 같은 더 큰 골재를 필요로 할 수 있다. 이러한 큰 골재는 타설된 콘크리트 어플리케이션에 바람직하며, 특히 타설된 건축 슬래브에 사용되는 경우, 예를 들어, 거친 분쇄 석회석 자갈 및 더 큰 등급의 분쇄된 깨끗한 돌 및 피트 모래와 같은 큰 골재가 있다.

[0089] 시멘트 중량 기준(bwoc: based on weight of cement) 합쳐진 골재와 모래의 비율은 바람직하게는 건조 시멘트 혼합물의 야드 당 약 2000 내지 약 4000 파운드 범위이다(야드 당 약 520 내지 약 610 파운드의 범위, 또는 더욱 바람직하게는 야드 당 약 560 내지 약 570 파운드, 더욱 더 바람직하게는 야드 당 약 564 파운드). 더욱 바람직한 것은 건조 시멘트 혼합물의 야드 당 약 2700 내지 약 3300 파운드 범위의 골재와 모래의 결합된 비율이다. 더욱 바람직한 것은 건조 시멘트 혼합물의 야드 당 약 2900 내지 약 3100 파운드의 범위이다. 다른 실시예에서, 골재 및 모래의 중량은 콘크리트 중량 기준 50 내지 90 중량%이며, 바람직하게는 약 70 내지 약 85 중량% 범위이다. 골재와 모래의 상대적인 양은 중요하지 않지만, 모래와 골재의 결합한 중량을 기준으로 약 20 중량% 내지 약 70 중량% 범위가 바람직하며, 약 40 중량% 내지 약 50 중량%가 바람직하다.

[0090] 특히 상업적 규모의 타설에서, 물 이전에 시멘트 혼합물에 추가될 때 개시된 이점을 달성하는 데 필요한 소량의 비정질 나노실리카조차도 콘크리트 혼합물의 타설성 뿐만 아니라 결과적인 콘크리트의 품질에 해로울 수 있으며, 심지어 콘크리트를 부적절하게 만든다는 것이 발견되었다. 본 발명의 공정은 일반적으로 비정질 나노실리카의 양을 추가하기 전에 물의 양의 적어도 일부가 추가되는 상황을 포함하며, 비정질 실리카의 추가 전에 물을 분배하기 위한 추가 사이에 적어도 교반 기간이 있다. 실제로, 원하는 경우 제조 공정에서 나중에 약간의 물이 추가될 수 있다. 예를 들어, 첫 번째 부분의 추가 및 교반 후 "테일 워터"로서의 부분을 추가하는 실시와 같이 두 부분(또는 그 이상)으로 물을 추가하는 것이 알려져 있다. 일 실시예에서, 비정질 실리카는 물의 두 번째 부분과 함께 콜로이드 실리카로서 추가된다. 바람직한 실시예에서, 콜로이드 실리카는 두 부분으로 추가된 물을 추가한 후에 각 부분의 추가 후 교반으로 추가된다.

[0091] 따라서, 더욱 일반적으로, 물의 양은 전체적으로 추가될 수 있거나 물의 양의 약 20 중량% 내지 약 95 중량% 범위를 포함하는 초기 부분 및 나머지를 포함하는 테일 워터 부분을 포함하는 부분으로 추가될 수 있으며; 물의 초기 부분은 시멘트 혼합물 및 골재/모래 성분의 양과 결합되어 제1 혼합물을 형성하고; 비정질 실리카는 시멘트 혼합물의 양, 골재/모래 성분 및 물의 초기 부분을 포함하는 혼합물에 추가되어 제2 혼합물을 형성한다. 물의 양의 35 내지 약 60 중량% 범위를 포함하는 초기 부분이 더욱 더 바람직하다.

[0092] (아래의 3개의 상황(즉, "상황 1", "상황 2" 및 "상황 3")은 i) 테일 워터 추가 후 실리카 추가; ii) 테일 워터 추가 전 실리카 추가; 및 iii) 실리카와 테일 워터의 동시 추가에 각각 대응한다.)

- [0093] 분할된 물 추가를 갖는 실시예에서, 테일 워터는 1) 제1 혼합물에 추가되거나; 2) 제2 혼합물에 추가되거나; 3) 비정질 실리카와 함께 제1 혼합물에 공동 추가되며, 여기서 비정질 실리카 및 테일 워터는 선택적으로 상호 결합되고; 여기서 1) 제1 혼합물은 테일 워터를 추가하기 전 시간 t_{11} 동안, 테일 워터를 추가한 후 비정질 실리카를 추가하기 전에 시간 t_{12} 동안, 그리고 비정질 실리카의 추가 후 시간 t_{13} 동안 교반되거나; 2) 제2 혼합물은 비정질 실리카를 추가하기 전에 시간 t_{21} 동안, 비정질 실리카를 추가한 후 테일 워터를 추가하기 전에 시간 t_{22} 동안, 그리고 테일 워터를 추가한 후 시간 t_{23} 동안 교반되거나; 3) 제2 혼합물은 비정질 실리카와 테일 워터를 공동 추가하기 전에 시간 t_{31} 동안 교반되며, 그 후 콘크리트 혼합물은 시간 t_{32} 동안 교반된다.
- [0094] 물의 두 번째 부분(테일 워터)이 물의 첫 번째 부분, 일정량의 시멘트 혼합물 및 모래/골재 성분을 포함하는 콘크리트 혼합물에 추가되는 상황 1)에서, t_{11} 은 바람직하게는 약 2 내지 약 8분의 범위이고, 더욱 바람직하게는 약 3 내지 약 6분이고, (예를 들어, Ready-mix에서와 같이) 혼합 속도에서 바람직하게는 약 2 내지 약 5 rpm 범위이다. 시간 t_{12} 는 바람직하게는 약 0.5 내지 약 4분의 범위이고, 더욱 바람직하게는 약 1 내지 2분의 범위이고, 혼합 속도에서 약 2 내지 약 5 rpm의 범위이다. 시간 t_{13} 은 바람직하게는 약 2 내지 약 10분의 범위이고, 더욱 바람직하게는 약 5 내지 약 10분의 범위이고, 약 12 내지 약 15 rpm의 범위의 속도에서의 비교적 높은 혼합 속도이다. 고속 혼합 후, 속도는 예를 들어, 타설 사이트로의 주행 시간과 같은 시간 동안 약 2 내지 약 5 rpm 범위의 속도로 낮출 수 있다. 주행 시간 표준은 American Concrete Institute에 의해 설정된다. 예를 들어, 온도가 90 F 이상인 경우 고속 혼합이 끝난 후 60분 이내에, 온도가 90 F 미만인 경우 90분 이내에 콘크리트가 타설되어야 한다.
- [0095] 물의 두 번째 부분(테일 워터)이 물의 첫 번째 부분, 일정량의 시멘트 혼합물 및 모래/골재 성분을 포함하는 콘크리트 혼합물에 추가되는 상황 2)에서, t_{21} 은 바람직하게는 약 2 내지 약 8분의 범위이고, 더욱 바람직하게는 약 3 내지 약 6분이고, (예를 들어, Ready-mix에서와 같이) 혼합 속도에서 바람직하게는 약 2 내지 약 5 rpm 범위이다. 시간 t_{22} 는 바람직하게는 약 0.5 내지 약 2분의 범위이고, 더욱 바람직하게는 약 0.5 내지 1분의 범위이고, 혼합 속도에서 약 2 내지 약 5 rpm의 범위이다. 시간 t_{23} 은 바람직하게는 약 2 내지 약 10분의 범위이고, 더욱 바람직하게는 약 5 내지 약 10분의 범위이고, 약 12 내지 약 15 rpm의 범위의 속도에서의 비교적 높은 혼합 속도이다. 고속 혼합 후, 속도는 예를 들어, 타설 사이트로의 주행 시간과 같은 시간 동안 약 2 내지 약 5 rpm 범위의 속도로 낮출 수 있다. 위에 언급한 바와 같이, 주행 시간 표준은 American Concrete Institute에 의해 설정된다.
- [0096] 테일 워터가 제1 혼합물에 비정질 실리카와 함께 공동 추가되는 상황 3)에서, 비정질 실리카와 테일 워터는 선택적으로 상호 결합되고, t_{31} 은 바람직하게는 약 2 내지 약 8분의 범위이고, 더욱 바람직하게는 약 3 내지 약 6분이고, (예를 들어, Ready-mix에서와 같이) 혼합 속도에서 바람직하게는 약 2 내지 약 5 rpm 범위이다. 시간 t_{32} 은 바람직하게는 약 2 내지 약 10분의 범위이고, 더욱 바람직하게는 약 5 내지 10분의 범위이고, 약 12 내지 약 15 rpm의 범위의 속도에서의 비교적 높은 혼합 속도이다. 고속 혼합 후, 속도는 예를 들어, 타설 사이트로의 주행 시간과 같은 시간 동안 약 2 내지 약 5 rpm 범위의 속도로 낮출 수 있다. 위에 언급한 바와 같이, 주행 시간 표준은 American Concrete Institute에 의해 설정된다.
- [0097] 또 다른 실시예에서, 전체 양의 물이 일정량의 시멘트 혼합물 및 골재/모래 성분에 추가되어 혼합물을 형성하고, 이 때 상기 혼합물은 비정질 실리카를 추가하기 전에 시간 t_a 동안 교반되고, 그 후 콘크리트 혼합물은 타설 전에 시간 t_b 동안 교반된다. 한 번에 전체 양의 물을 추가하는 것은 습식 배치(wet batch) 공정에서 유용하다. 시간 t_a 는 바람직하게는 약 2 내지 약 8분 범위이고, 약 3 내지 약 6분이 더욱 바람직하고, (예를 들어, Ready-mix에서와 같이) 혼합 속도에서 바람직하게는 약 2 내지 약 5 rpm 범위이다. 시간 t_b 는 바람직하게는 약 2 내지 약 10분의 범위이고, 약 5 내지 약 10분의 범위가 더욱 바람직하며, 약 12 내지 약 15 rpm 범위의 속도에서 비교적 높은 혼합 속도를 갖는다. 고속 혼합 후, 속도는 예를 들어, 타설 사이트로의 주행 시간과 같은 시간 동안 약 2 내지 약 5 rpm 범위의 속도로 낮출 수 있다. 위에 언급한 바와 같이, 주행 시간 표준은 American Concrete Institute에 의해 설정된다. 본 발명의 이점은 일반적으로 물의 단일 추가의 경우에 관찰되지만, 실제로 물의 2-부분 분할이 일반적으로 준수된다. 첫 번째 부분을 포함하는 콘크리트 혼합물을 교반한 후, 두 번째 부분을 사용하면 배럴 입구 근처로부터 불충분하게 혼합된 시멘트 혼합물의 Ready-mix 나머지로 세

정하는 이점을 갖는다.

- [0098] 콘크리트 혼합물은 습식("중앙 혼합") 또는 건식("주행 혼합") 배치(batch) 상황에서 제조될 수 있다. 습식 배치 모드에서, 건조 성분은 일정량의 물과 혼합한 다음 비정질 실리카가 위에 나타난 방식 중 하나로 콘크리트 혼합물을 제공한다. 혼합물은 위에서와 같이 교반되거나 위에 나타난 바와 같이, Ready-mix로 도입되어 교반된다. 본질적으로, 습식 및 건식 배치 상황은 습식 배치에 대한 절차의 일부가 Ready-mix 외부에서(예를 들어, 공장에서) 수행된다는 점을 제외하면 유사하다. 건식 배치("주행 혼합물")가 다소 선호된다. 예를 들어, 배치에 사용되는 콘크리트 혼합물, 모래 및 거친 골재의 제조에 사용될 물 총량의 40 플러스 또는 마이너스 20 % 또는 추가 실시예에서, 플러스 또는 마이너스 10 %가 Ready-mix로 로딩된다. 시멘트 혼합물, 거친 골재 및 모래는 함께 혼합되어 Ready-mix에 로딩된다. 남은 물은 그 후 로딩되어 Ready-mix에 도입된다. 건조 성분과 물이 완전히 혼합되면, 비정질 실리카가 추가되고, 혼합물이 5 내지 10분 동안 혼합된다. 혼합은 바람직하게는 예를 들어, 약 12 내지 약 15 rpm 범위의 속도와 같은 비교적 높은 드럼 회전 속도에서 발생한다. 고속 혼합이 발생하면, 그 후 배치가 타설될 수 있다. 그러나, 타설 사이트로의 주행 시간과 같이 고속 혼합과 타설 사이에 시간을 갖는 것이 허용된다. 일반적으로, 콘크리트가 예를 들어, 약 3 내지 5 rpm과 같은 저속으로 혼합되는 한, 약 1 내지 약 60분 범위의 고속 혼합과 타설 사이의 시간이 허용된다.
- [0099] 일 실시예에서, 일단 Ready-mix가 타설 사이트에 도달하면, 물, 시멘트 및 다른 건조 성분을 포함하는 Ready-mix에 실리카를 추가하는 것이 특히 편리하다. 비정질 실리카가 추가된 후, 콘크리트/실리카 혼합물은 타설 전에 가장 바람직하게는 적어도 약 5 내지 약 10분 동안의 시간 동안 혼합되어야 한다는 것이 추가로 밝혀졌다. 그러나, 본 발명의 이점을 적어도 부분적으로 얻는 것과 관련하여 다른 기간이 허용될 수 있다.
- [0100] 본 발명의 이점은 건조 성분과 물의 첫 번째 및 두 번째 부분을 함께 혼합한 후(또는 물의 두 번째 부분과 함께) 끝에 비정질 실리카가 추가되는 한, 상술한 공정의 상업적으로 사용되는 변형에서 예측될 수 있으며, 실리카-추가 혼합물은 타설 전에 본원에 특정된 시간 동안 혼합된다.
- [0101] 그 후, 콘크리트 혼합물이 타설되어 콘크리트 설비를 형성한다. 바람직한 실시예에서, 콘크리트 혼합물은 기초 또는 슬래브의 제조와 같은 산업 규모 타설의 맥락에서 형성되고 교반된다. 추가의 실시예에서, 콘크리트 혼합물은 생성될 때 혼합물을 보유하고, 예를 들어, Ready-mix와 같이 혼합물을 교반할 수 있는 능력을 갖는 장비로 그리고 그 장비 내에서 생성된다.
- [0102] 본 발명의 공정의 하나의 이점은 예를 들어, 본 발명에 따라 배합된 슬래브와 같은 콘크리트 형태의 물이 증발로 손실되기보다는 형성 중에 고정된 것처럼 보인다는 것이다. 이 물의 대부분의 운명은 모세 혈관과 공극을 형성하기보다는 장기간에 걸쳐 수화에 참여하는 것이다. 따라서, 두께에 관계없이 콘크리트 슬래브, 벽 및 다른 형성물은 공극 및 모세관의 감소 또는 결여, 압축 강도의 상관적 이득을 나타낼 것으로 예상된다. 개선된 구조 및 압축 강도와 약 20 피트까지의 두께를 갖는 콘크리트 형성물이 본 발명의 콘크리트로 형성될 수 있다.
- [0103] 본 발명의 공정의 이점은 온도, 상대 습도 및 바람과 같은 공기 운동과 같은 환경 조건으로 인한 건조에 의해 타설된 콘크리트가 덜 손상된다는 것이다. 예를 들어, 양호한 품질의 콘크리트는 50 mph만큼 높은 풍속, 120 ° F만큼 높고 10 ° F만큼 낮은 온도, 5 %만큼 낮고 85 % 또는 그 이상만큼 높은 상대 습도에서 생성될 수 있다.
- [0104] 본 발명의 방법에 의해 형성된 콘크리트의 압축 강도는 일반적으로 물, 시멘트 혼합물 및 충전제(골재, 모래 등)의 혼합 후 실리카를 추가하는 것을 제외하고는 유사하거나 바람직하게는 동일한 방법으로 형성된 콘크리트에 비해 증가한다. "유사" 또는 "동일"은 풍속, 상대 습도 및 온도 프로파일과 같은 환경 조건 뿐만 아니라 압축 강도의 증가 평가와 관련하여 음영 또는 방열 주변 환경과 같은 다른 환경 요인에 적용된다. 혼합 시간 및 파라미터, 타설 파라미터(예를 들어, 슬래브 치수)와 같은 푸어러(pourer)의 제어 내의 요인이 더 쉽게 설명될 수 있다. 압축 강도의 증가는 바람직하게는 비정질 실리카의 추가를 제외하고 동일한 타설로부터 평가된다. 바람직한 실시예에서, 평가는 동일한 양의 동일한 성분으로부터 동시에, 그러나 별도의 Ready-mix에서, 나란히 타설되고, 동시에, 그러나 별개의 Ready-mix를 사용하여 제조되는 타설로부터 이루어진다. 이러한 타설은 "실질적으로 동일"하다.
- [0105] 압축 강도의 증가는 한 쌍의 실질적으로 동일한 타설의 논-실리카-함유 타설의 압축 강도에 기초하여 약 5 내지 약 40 % 또는 그 이상의 범위일 수 있다. 보다 통상적으로 관찰되는 실시예에서, 실질적으로 동일한 타설을 통해 평가된 압축 강도 증가는 약 10 내지 약 30 % 범위이다.
- [0106] 본 발명의 콘크리트는 예를 들어, 슬래브, 기초 등과 같은 타설된 콘크리트를 필요로 하는 어플리케이션에 일반적으로 사용될 수 있다. 본 발명의 이점은 그로부터 제조된 콘크리트가 일반적으로 물 침투에 대한 저항성이

증가하고 따라서, 기초와 같은 수분 노출 및 관련 손상에 특히 취약한 타설 어플리케이션에 사용될 수 있다는 것이다.

[0107] 아래에 나타난 바와 같이, 본 발명은 나노실리카가 콘크리트 혼합물에, 바람직하게는 콜로이드 실리카로서 첨가될 때, 적어도 일부의 물을 추가한 후에 내마모성 및 물 투과성과 같은 다른 개선된 특성 중에서 개선된 압축 강도를 갖는 시멘트를 제공한다는 발견을 포함한다.

[0108] 본 기술 분야에서 사용되는 크기의 모래 및 골재와 같은 추가 콘크리트 성분은 일반적으로 본 발명이 제공하는 이점을 파괴하지 않고도 본 발명의 콘크리트에 사용될 수 있다.

[0109] 따라서, 수화, 타설 및 작업을 위한 충분한 물로 구성된 콘크리트를 일반적으로 다량의 수송의 물을 갖는 콘크리트로부터 콘크리트와 관련된 결함이 없는 콘크리트의 제조에 이용할 수 있다. 본 발명의 조성물은 노출된 표면이 비정질 실리카를 추가하지 않은 콘크리트보다 조기 건조될 가능성이 적도록 물을 보유하는 콘크리트로 귀결된다. 상대적인 물 보유 효과는 표면이 일반적으로 건조되기 쉬운 주변 조건에서도 관찰된다. 따라서, 콘크리트는 표준 콘크리트보다 광범위한 환경 조건에서 타설될 수 있다. 따라서, 표면은 감소된 양의 표면 물로 마감될 수 있으며, 심지어, 일부 경우에, 표면 물을 추가하지 않고도 마감될 수 있다.

[0110] 현저하게, 비슷한 양의 물을 함유한 콘크리트에 비해 수축이 감소한다. 더욱 현저하게, 압축 강도가 증가한다. 이러한 결과는 콘크리트가 비정질 실리카가 없을 때 모세관 및 공극 형성의 위험이 있는 수송 물의 양을 포함하더라도 일반적으로 획득된다.

[0111] 이론에 얽매이기를 원하지 않고, 비정질 실리카는 양생 중에 물을 고정시켜 물이 이동하고, 증발을 지연하는 것뿐만 아니라 모세관 및 공극 형성으로부터 방지되는 것으로 추정된다. 놀랍게도, 고정화는 물이 장기간의 장기 간 연장된 수화 작용에 참여하는 것을 방지하지 않으며, 이는 예상하지 못한 압축 강도 증가를 제공한다.

[0112] 본 발명의 가장 중요한 이점은 일반적으로 물을 증발로 잃어버리기 때문에 양생 반응(수화)에서 과도한 물을 사용하지 않는 능력이다. 이러한 이점은 콘크리트의 완전한 수화를 위해 이론적으로 요구되는 것보다 낮은 수위뿐만 아니라 이론적으로 수화에 필요한 수위를 초과하는 수위를 갖는 콘크리트가 타설되는 경우에도 얻을 수 있다.

[0113] 기존의 콘크리트 제조 및 타설 공정의 문제점은 타설이 최적 조건보다 낮을 때 발생하는 위험이다. 아래에 나타난 바와 같이, 상대 습도, 풍속 및 온도는 다른 환경 요인 중에서도 콘크리트 상의 그리고 그 내부의 다양한 위치에서 수위에 미치는 영향으로 인해 일상적으로 표준 타설을 손상시킨다. 이는 권고된 범위의 값인지 또는 단일의 특정된 최적의 값인지에 관계없이, 포함된 물의 양이 시멘트 혼합 제조업체에서 특정한 권고량의 물을 준수하는 경우에도 발생할 수 있다. 본 발명은 물 관련 문제의 위험을 줄이면서 시멘트 제조업체가 제시한 물 함량으로 작업을 가능하게 한다. 이러한 제시된 값은 일반적으로 수화 반응이 허용 가능한 정도로, 또는 일부 경우 완료될 때까지 진행되도록 하는 데 필요한 물의 양에 대응한다. 본 발명의 실시예에서, 시멘트 제조업체가 특정한 양의 물을 사용하는 것이 바람직하다. 그러나, 본 발명은 또한 물 함량이 제조업체에 의해 특정된 것과 다른 경우에도 다른 공정과 관련하여 물 문제의 위험을 감소시킨다. 따라서, 일부 실시예에서, 물 함량은 본원에 설명된 콜로이드 비정질 또는 다른 실리카를 추가하기 전에 시멘트에 추가된 물의 중량을 기준으로 하여, 제조업체 사양에 의해 특정된 최저값의 약 -30 % 및 제조업체 사양에 의해 특정된 최대값의 +30 % 범위 내에 있다.

[0114] 본 발명의 또 다른 이점은 모세관 및 공극 저장소의 형성 없이 연장된 수화의 이점을 위해 물을 보유하는 그의 배합의 능력에 따른다. 콘크리트를 형성하기 위해 시멘트에 골재, 모래 및 다른 통상적으로 포함되는 벌킹 및 강화 재료를 추가하는 것은 일반적으로 콘크리트에 이를 수용하기 위해 추가의 물을 필요로 하며 실제로 모세관, 그리고 특히 공극 저장소의 형성을 촉진할 수 있다는 것이 본 기술 분야에 알려져 있다. 이러한 저장소는 포함된 재료의 표면에 대해 연관되고 위치된다. 일반적으로, 가장 바람직한 골재와 재료는 표면적에 걸쳐 콘크리트와 밀접하게 연관되는 품질을 가지고 있어 압축 강도의 손실과 연관되는, 수화 중에 저장소 형성이 최소화되는 품질을 갖는다. 그러나, 이러한 고품질 포함 재료는 일반적으로 비경제적이다. 놀랍게도, 골재가 있는 경우에도, 비정질 실리카 입자를 포함하면 공극 저장소 및 모세관의 형성을 줄이거나 방지할 수 있다. 이론에 얽매이기를 원하지 않고, 이러한 결함, 특히 공극 저장소의 감소 및 연관된 압축 강도의 증가는 높은 표면적의 비정질 실리카 입자가 재료의 차선의 품질과 관계없이 포함된 재료와 직접 연관에 참여하고 있음을 나타내는 경향이 있다. 이러한 연관은 물을 배제하고 포함된 재료에 대한 콘크리트의 부착을 강화할 수 있다.

[0115] 본 발명의 또 다른 이점은 그 제조된 콘크리트 배합물이 소위 "고성능 가소제"를 사용하지 않고도 타설될 수 있

고 및/또는 작업할 수 있다는 것이다. 이러한 고성능 가소제의 비제한적인 예는 에멀전, 분산액, 분말 또는 기타 화학적 형태인지 여부에 관계없이, 리그닌술포네이트, 술폰화 나프탈렌 포름알데히드 중축합물, 술폰화 펠라민 포름알데히드 중축합물, 폴리카르복실레이트 에테르 및 다른 고성능 가소제 성분을 포함한다. 일 실시예에서, 본 발명의 콘크리트 배합물은 고성능 가소제를 포함하지 않고 타설될 수 있고, 고성능 가소제가 없거나 본질적으로 고성능 가소제가 없다. "본질적으로 고성능 가소제가 없다"라는 것은 고성능 가소제 함량이 시멘트 중량 기준으로 약 0.1 % 미만의 미량임을 의미한다.

[0116] 아래에 본 발명과 함께 사용될 수 있는 혼화제의 비제한적인 목록이 있다. 대안적으로, 본 발명의 콘크리트 혼합물은 아래의 첨가제 중 임의의 것 또는 전부 또는 다른 첨가제가 없을 수 있다. 아래 목록은 ASTM C 494 카테고리 따라 정렬되어 있다. ASTM C-494에 의해 인증되고 인증되지 않은 혼화제가 포함된다.

[0117] 혼화제는 분말 또는 액체로 추가될 수 있다.

[0118] • 통상의 감수제 및 지연제(유형 A, B, D)

[0119] • 명목 투여량 범위: 0.5 내지 6 OZ/C

[0120] • 고성능 가소제: 통상 설정 및 지연(유형 F, G)

[0121] • 명목 투여량 범위: 2 내지 40 OZ/C

[0122] • 촉진 혼화제: 감수 또는 비감수(유형 C, E)

[0123] • 명목 투여량 범위: 2 내지 45 OZ/C

[0124] • ASTM C 494에 정의된 유형 S 혼화제:

[0125] • 중급 감수제 및 지연제

[0126] • 명목 투여량 범위: 2 내지 45 OZ/C

[0127] • 부식 방지제

[0128] • 명목 투여량 범위: 0.25 내지 5 GAL/YD

[0129] • MVRA(수증기-감소 혼화제)

[0130] • 명목 투여량 범위: 5 내지 24 OZ/C

[0131] • SRA(수축-감소 혼화제)

[0132] • 명목 투여량 범위: 0.25 내지 5 GAL/YD

[0133] • 수화 안정제

[0134] • 명목 투여량 범위: 0.5 내지 24 OZ/C

[0135] • 점도 조절제

[0136] • 명목 투여량 범위: 0.25 내지 8 OZ/C

[0137] • 공기-유입 혼화제;

[0138] • 명목 투여량 범위: 공기 유입에 필요한 OZ: 0.1 내지 36 OZ/C

[0139] • 착색제; 액체 및 고체

- [0140] • 명목 투여량 범위: 0.1 내지 20 LB/YD
- [0141] 예 1 - 농축된 배합물(희석되지 않은 Korkay)
- [0142] 15,000 평방 피트의 타설 크기를 갖는 내부 슬래브가 타설되었다. 기상 조건은 다음과 같다: 52 내지 78 F의 온도; 60 %의 상대 습도; 및 맑음. 타설은 대략 오전 6시에 시작하여 오후 4시에 끝났다. 콘크리트는 일반적인 관례를 이용하여 배치되었다.
- [0143] 1 - 입방 야드(총 9 야드) 당 물 31 갤런(SSD - Saturated Surface Dry)에 6 백(564 파운드) 시멘트의 통상적인 클래스 A 콘크리트 설계를 사용하여 공기가 유입되지 않는 콘크리트를 갖는 4-인치 두께의 내부 콘크리트 슬래브를 배치하였다. 입방 야드 당 대략 12 갤런의 물이 Ready-mix에 추가된 다음, 건조 시멘트 혼합물(야드 당 564 파운드)과 골재 및 모래(1,250 파운드의 모래, 야드 당 1750 파운드의 돌)가 추가되었다. 물과 건조 성분은 1 내지 2분 동안 혼합된 다음, 야드 당 대략 19 갤런의 추가 물이 Ready-mix에 추가되었다. 혼합물이 5 내지 10분의 추가 시간 동안 (콘크리트 혼합을 위해 12 내지 15 RPM의 고속을 갖는 콘크리트 드럼에서) 혼합되었다. 운전자가 콘크리트를 작업 위치로 운반할 준비가 되었을 때, 콘크리트 배럴을 3 내지 5 RPM으로 늦추었다.
- [0144] 2 - 203.04 총 온스의 E5 INTERNAL CURE(4 온스/100 파운드 시멘트)가 9 야드 로딩 및 배치된 후 추가되었다. 다시, 입방 야드 당 564 파운드의 시멘트와 31 갤런의 물이 있었다.
- [0145] 3 - 팀은 레디-믹스(ready-mix) 운전자가 배치를 5분 동안 혼합하도록 허용했다.
- [0146] 4 - 슬래브가 배치된 후, 플로팅 공정이 시작될 때까지 3 시간 동안 대기했다.
- [0147] 5 - 콘크리트 라이드 온 트롤 기계가 플로팅(패닝(panning)) 공정을 수행하는 데 사용되었다. 플로팅 공정의 팬 속도는 분 당 132 내지 146 회전이었다. 플로팅 공정은 한 시간 반 동안 수행되었으며, 이때 슬래브가 다음 파워 라이드 온 트롤(즉, 결합 공정)을 위해 준비된 것으로 결정되었다. 이러한 결정은 업계 표준이며 주로 슬래브의 표면 질감을 기반으로 한다.
- [0148] 6 - 마찰이 적은 더욱 작업 가능한 표면을 생성하는 것을 돕는 시도에서, 패닝 공정 후에, Tate 's Soaps and Surfactants에서 이용 가능한 Korkay Concrete Dissolver가 갤런 당 500 평방 피트의 속도로 완전 농축액(즉, 희석되지 않음)으로 분사되었다.
- [0149] 7 - 그 후, 라이드 온 파워 트롤에 결합 블레이드가 장착되었고 결합 공정이 수행되었다. 슬래브의 시작에서 약 2 패스 후의 결합 공정 중에 표면이 플라스틱형 마감의 외관으로 전개되었다는 것이 발견되었다. 그 때, 블레이드 속도는 분 당 약 160 내지 175 회전이었다. 이러한 효과는 예상되지 않았으며 비정상적이었다. 작업자는 결합 공정을 중단하고 해머로 표면을 찢었다. 그것은 매우 부서지기 쉽고 쉽게 균열되었으며, 콘크리트 표면에서는 매우 바람직하지 않은 것이었다.
- [0150] 이러한 플라스틱형 표면은 전체 슬래브 위에 필름을 형성했다. 표면은 무광이고 탁하고 평활하였다. 표면과 결합 블레이드 사이의 마찰이 너무 커서 블레이드의 회전을 멈춰 효과적인 추가 마감을 크게 방해한다는 점에서 표면 마감이 거의 불가능했다. 이러한 마찰은 표면이 찢고 미세 균열을 발생시켜 추가적인 퇴화로 이어진다.
- [0151] 예 2 - 최적 배합물 - 약 7:1 희석(물: Korkay)
- [0152] 1 - 다음날, 위와 동일한 성분 중량비로 실험 1이 반복되었다. 그러나, 경제성을 높이기 위해, 타설 크기 평방 피트가 절반으로 줄었다.
- [0153] 2 - 팬 플로팅 공정 후, 그러나 결합 공정 전에, Tate 's Soaps and Surfactants로부터 이용 가능한 Korkay Concrete Dissolver, E5 Finish(Korkay 1부에 대해 물 7부로 희석)가 갤런 당 1000 평방 피트의 분사 속도로 표면에 분사되었다.
- [0154] 3 - 위와 동일한 마감 기술을 따랐지만, 마감 블레이드가 있는 세 번째 파워 트롤 기계가 추가되었다. 기계는 분당 최대 속도(200 내지 210 rpm, 표준 속도는 180 내지 200 rpm) 회전으로 작동되었다. 콘크리트는 플라스틱형 광택을 보였지만, 예 1과 달리, 표면은 높은 마찰을 나타내지 않았고, 대신 통상적인 콘크리트의 표준 마감에서 직면되는 것보다 더 낮은 마찰을 보였다. 이러한 결과는 예상하지 못한 것이었다. 또한, 이러한 고속으로 추가 마감을 하면, 표면이 점점 더 유리처럼 보인다는 것을 발견했다. 이론에 얽매이기를 원하지 않고, 겉보기 마찰이 더 낮음에도 불구하고, 더 높은 회전 속도가 연장된 마감 시간으로 유리와 같은 효과를 제공하는 열을 초래하였다고 생각된다.

- [0155] 4 - 마감 후, 콘크리트가 검사되었으며, 테스트 결과는 표면이 통상의 콘크리트(28일 중 대략 4 내지 5일)보다 표면이 35 % 내지 40 % 더 연마성이 있음을 나타낸다(3 내지 7일 후 7 내지 8일의 Mohs 경도 테스트에 따라 스코어 또는 스크래치에 더 강함). 표면은 실험 1과 달리 손상되지 않았다.
- [0156] 예 3 - Rilum 테스트
- [0157] 이 예는 보도, 연석, 콘크리트 포장 등과 같은 외부 표면 상에 플라스틱형 또는 유리형 표면을 생성하는 것과 같은 외부 어플리케이션에서 표면이 사용될 수 있는지 결정하기 위해 수행되었다. 타설 크기 치수는 길이가 50 피트이고, 5 피트의 폭과 4 인치의 두께였다. 온도는 60 ° F였다. 타설은 오전 9시에 시작되어 오후 12시에 끝났다.
- [0158] 1 - 콘크리트 시멘트, 골재, 모래 및 E5 함량 및 제조 세부 사항은 예 1 및 2와 같다.
- [0159] 2 - 슬래브를 배치하고 한 시간을 기다렸다.
- [0160] 3 - 1 시간 후, 표면을 핸드 플로팅하는 공정이 시작되었다. 핸드 조인트는 절단되었다.
- [0161] 4 - 플로팅이 완료된 후 30분에, 물 7부/Korkay 1부 희석과 동등한 E5 Finish(Specification Products로부터 이용 가능)가 갤런 당 1000 평방 피트로 표면에 도포되었다. 이는 핸드 플로트로 표면으로 플로팅되었다.
- [0162] 5 - 조인트가 다시 개방되고 측면이 에징(edging)되었다.
- [0163] 6 - 15분 경과시, 표면이 평가되었고 플라스틱형 표면이 관찰되었다.
- [0164] 7 - 그 후, 콘크리트 브룸(broom)으로 스코어링되었다.
- [0165] 8 - 다음날, Rilum 튜브 테스트가 수행되었다. Rilum 테스트는 표면이 물을 흡수하는지를 결정하기 위해 표면 다공성을 평가하는 것이다. 테스트는 대략 30분이 소요된다. 20분에 적어도 약 1.5 내지 3 ml를 흡수하는 통상의 콘크리트와 달리, 새 표면은 물을 흡수하지 않았다. 이것은 해당 절차가 내부 및 외부 표면 모두에 사용될 수 있음을 인식하게 한다.
- [0166] 예 4
- [0167] 위치: Shelby Materials 레디-믹스 공장의 Shelbyville, Indiana.
- [0168] 환경 조건: 타설 시작 시간은 오전 7시 30분이며 시작 온도는 약 60 ° F였다. 주변 온도는 낮 동안 최고 80도에서 최고치였다. 상대 습도는 18 % 내지 67 %의 범위였다. 풍속 범위는 3 내지 13 mph였다.
- [0169] 단계 및 결과:
- [0170] 1 - 입방 야드(총 9 야드) 당 물 31 갤런(SSD - Saturated Surface Dry)에 6 백(564 파운드) 시멘트의 통상적인 클래스 A 콘크리트 설계를 사용하여 공기가 유입되지 않는 콘크리트를 갖는 4-인치 두께의 내부 콘크리트 슬래브를 배치하였다. 입방 야드 당 대략 12 갤런의 물이 Ready-mix에 추가된 다음, 건조 시멘트 혼합물(야드 당 564 파운드)뿐만 아니라 골재 및 모래(1250 파운드의 모래, 야드 당 1750 파운드의 돌)가 추가되었다. 물과 건조 성분은 1 내지 2분 동안 혼합된 다음, 야드 당 대략 19 갤런의 추가 물이 Ready-mix에 추가되었다. 혼합물이 5 내지 10분의 추가 시간 동안 (콘크리트 혼합을 위해 12 내지 15 rpm의 고속을 갖는 콘크리트 드럼에서) 혼합되었다. 운전자가 콘크리트를 작업 위치로 운반할 준비가 되었을 때, 콘크리트 배럴을 3 내지 5 rpm으로 낮추었다.
- [0171] 2 - 380.7 총 온스의 E5 INTERNAL CURE(7.5 온스/100 파운드 시멘트)가 9 야드 로딩 및 배칭된 후 추가되었다. 다시, 입방 야드 당 564 파운드의 시멘트와 31 갤런의 물이 있었다.
- [0172] 3 - 팀은 레디-믹스 운전자가 배치를 12 내지 15 rpm에서 5분 동안 혼합하도록 허용했다.
- [0173] 4 - 그 후, 레디-믹스는 2 내지 5 rpm으로 느려졌고, 작업 사이트로 15분 동안 주행되었다. 그 후, 콘크리트가 슬래브 형태에 타설되었다. 슬래브는 금속 건물에 대해 위치되었다.
- [0174] 5 - 통상적인 마감 공정이 이루어졌다. 타설 후, 슬래브가 레벨링되었다. 그 후, 불 플로트(bull float)가 표면을 클로징하는 데 사용되었다. 일단 표면이 기계적 마감 공정을 시작할 만큼 충분히 단단해지면, 본 기술 분야에서 널리 사용되는 적절한 방법을 사용하여 마감을 완료했다.
- [0175] 6 - 불 플로팅 공정 동안, 콘크리트는 통상의 레디-믹스 공정보다 클로징하기가 훨씬 더 쉬웠다는 것에 유의한

다.

- [0176] 7 - 블리드 워터가 일반적으로 존재하는 마감 공정 동안, 이 공정은 블리드 워터를 나타내지 않았다. 그러나, 표면에는 수분이 남아 있었다. 팀은 통상의 레디-믹스 제품으로 제조된 콘크리트와 달리, 놀랍게도 물이 E5 INTERNAL CURE가 없는 레디-믹스를 사용하여 훨씬 더 건조한 표면을 제공할 수 있는 조건에서 콘크리트 표면 내에 보유 되었다고 추측하였다.
- [0177] 8 - 그 후, 팀은 콘크리트 마감 공정을 완료하는 데 4 시간을 보냈다. 통상의 레디-믹스로 제조된 콘크리트와 달리, 콘크리트 표면에 여전히 존재하는 습기로 인해 기계가 절반의 스로틀에서 작동하여 마감 공정이 수행될 수 있었다. 이는 훨씬 더 쉬운 마감 공정으로 이어진다. 통상의 콘크리트는 기계가 100 %의 스로틀에서 작동할 것을 필요로 하며, 마감 중 표면 손상의 증가된 위험을 포함하는 보다 노동 집약적인 공정이다.
- [0178] 9 - 팀은 또한 내부 열 온도 변동이 50 ° F를 초과했다는 것에 주목했다. 실제로, 타설이 금속 건물에 위치되었기 때문에, 내부 센서로 측정된 내부 콘크리트 온도 변동은 낮에는 145 ° F로 높았고 밤에는 70 ° F로 낮았다. 팀의 경험에서, 이러한 온도 변동은 양생 중에 콘크리트에 상당한 균열을 일으킬 것으로 예상된다(아래 10 참조). 팀의 방대한 경험에서, 열 온도는 일반적으로 콘크리트 표면의 수분 증발에 대한 가장 큰 촉진제 중 하나이다. 이러한 타설하는 날에 팀은 수분이 표면에 남아 있고 열 온도 변동에 의해 상대적으로 영향을 받지 않는 것처럼 보였다는 것에 주목하였다. 팀은 이러한 거동이 통상의 타설된 콘크리트의 거동과는 완전히 다르며, 업계에서 매우 유용할 수 있음을 알고 있었다.
- [0179] 10 - 팀의 경험에서, 통상적인 콘크리트는 일반적으로 타설 후 24 시간 이내에 톱 절단을 필요로 할 것이다. 그러나, 팀은 콘크리트 윗면에 분명히 남아있는 증가된 물의 양과 그 결과 수축 타이밍(수축이 일반적으로 발생하는 시간)이 감소하고 균열을 감소시킬 가능성이 있으므로 톱 절단을 하지 않았다. 따라서, 콘크리트 슬래브가 방해받지 않고 유지되어 팀은 슬래브가 내부적으로 해체되는 데 얼마나 오래 걸리는지를 결정할 수 있었다. 팀에게 놀랍게도, 슬래브는 10일 동안 자체적으로 내부적으로 해체되지 않았다. 온도와 비와 같은 상당한 환경 변화가 있었다는 점에 유의해야 한다. 이론에 얽매이기를 원하지 않고, 팀은 E5 INTERNAL CURE의 추가가 상당한 물이 증발을 통해 손실되지 않고, E5 INTERNAL CURE에서 비정질 실리카와의 화학적 연결을 통해 유지되게 한 것으로 추정하였다. 유지된 물의 대부분은 궁극적으로 내부 양생을 제공하기 위해 수화에 참여한 것으로 추가로 추정된다. E5 INTERNAL CURE에서 비정질 실리카와의 화학적 연결을 통한 물 보유(예를 들어, 레디-믹스 트럭과 같이 타설 전에 콘크리트에 추가됨)가 나중에 수화(내부 양생)를 통해 통합되는 것은 이전에 관찰되지 않았으며, 이는 팀에 의해 가장 잘 결정될 수 있다.
- [0180] 예 5
- [0181] 이는 제품 성능의 일관성을 보장하고 내부 양생의 효과를 극대화하기 위한 공정을 이해하기 위해 수행되었다.
- [0182] 위치: Shelby Materials 레디-믹스 공장에 있는 Beach Grove, Indiana
- [0183] 시간: 오전 8시 30분 내지 오전 9시 35분에 타설됨.
- [0184] 환경 조건: 79 ° F, 61 % 내지 93 %의 상대 습도 범위, 구름이 있고 6.9 내지 12.7 mph 범위의 풍속.
- [0185] 단계 및 결과:
- [0186] 1 - 두 샘플의 콘크리트는 시멘트 5.5 백(517 파운드), 물 대 시멘트 비율 0.5(31 갤런의 물(SSD - Saturated Surface Dry)) 공기가 유입되지 않은, 5.5 인치 슬럼프(야드 당 517 파운드의 시멘트, 1225 파운드의 모래 및 1800 파운드의 돌)였다. 마감 공정은 예 1의 공정과 동일하였다.
- [0187] 2 - 샘플 1이 기준으로 타설되었다. 샘플 1이 수행되었고 4" 두께 슬래브로 배치되었다. 콘크리트 슬래브는 또한 미국 콘크리트 협회(ACI)에서 권고하는 대로 7일 동안 슬래브 최상부 상에 플라스틱 시팅(sheeting)을 적용하여 양생되었다. 압축 강도는 타설 후 7일에 5760 psi로 측정되었다.
- [0188] 3 - 샘플 2는 샘플 1과 같이 타설되었지만, 시멘트, 골재 및 모래를 혼합한 후(야드 당 시멘트 517 파운드, 모래 1225 파운드 및 돌 1800 파운드), E5 INTERNAL CURE(시멘트 100 파운드 당 3.5 온스)의 추가가 있었다. 이는 샘플 1과 같이 양생되었다. 타설 후 7일에, 압축 강도는 6580 psi로 측정되었다. 샘플 1과 2 사이의 차이(E5 INTERNAL CURE 사용)는 14 %의 강도 증가였다.
- [0189] 4 - 전문가 팀은 ACI(미국 콘크리트 협회)에서 권고하는 28일 강도 테스트를 수행하여 E5 INTERNAL CURE가 내부 양생을 촉진하여 물을 콘크리트에 화학적으로 결합시킨다는 아이디어를 추가로 지지하였다. 28일 테스트 결과

는 다음과 같다: 기준 압축 강도: 6910 psi. 타설된 콘크리트에 E5 INTERNAL CURE가 포함된 경우 압축 강도: 8040 psi. E5 INTERNAL CURE는 압축 강도 psi를 16 %만큼 증가시킨다.

[0190] 예 6

[0191] 16개의 산업 규모의 콘크리트 배치가 제조되었다. 3일, 7일 및 28일에 각 샘플로부터의 실린더가 취해져서 ASTM C-39에 따라 압축 강도에 대해 테스트되었다. 모든 샘플은 1350 파운드의 모래를 포함하였다. 모든 샘플에 대해, Ready-mix는 작업 사이트까지 평균 20분 동안 주행한 후, ASTM C-39에 따라 콘크리트 테스트 실린더가 타설되었다. 결과가 표 1에 제공된다.

[0192] 4개(샘플 1 내지 4) 중 제1 그룹인, "콘크리트 대조군" 그룹은 콜로이드 실리카를 추가하지 않고 제조된다. 물/시멘트 비율은 0.51이다. 약 40 %의 나타낸 물을 2 내지 5 rpm으로 회전하고 있는 Ready-mix에 추가한 다음, 전체의 나타내어진 양의 시멘트 혼합물, 골재 및 모래를 추가하여 제조되었다. 연구에서 모든 샘플의 골재는 자갈이었다(3/4" #8 ASTM C-33 #8 INDOT 승인). 물과 건조 성분은 1 내지 2분 동안 혼합되었으며, 이는 성분을 Ready-mix 드럼에 추가하는 데 걸린 시간을 포함한다. 나머지 물(나타내어진 물의 약 60 %)이 그 후 Ready-mix에 추가되었다. 혼합물은 콘크리트 혼합을 위해 12 내지 15 rpm의 고속을 갖는 콘크리트 드럼에서 5 내지 10분의 추가 시간 동안 혼합되었다. 운전자가 콘크리트를 작업 위치로 운반할 준비가 되었을 때, 콘크리트 배럴을 3 내지 5 RPM으로 늦추었다. Ready-mix는 작업 사이트로 주행되었고, 콘크리트 테스트 실린더는 ASTM C-39에 따라 타설되었다.

[0193] 4개 중 제2 그룹(샘플 5 내지 8)은 100 중량(cwt) 시멘트 당 4 온스의 콜로이드 실리카 용액의 추가로 제조된다 (E5 Internal Cure: 약 15 중량%의 실리카, 10 nm 미만의 평균 입자 크기, 약 $550 \text{ m}^2/\text{g}$ 의 BET 표면적, 및 85 중량%의 물).

[0194] 샘플 7 및 8에 대한 절차(테일 워터 후 4 온스/cwt)는 샘플 1 내지 4와 동일하지만, 추가로, 배럴이 3 내지 5 rpm으로 느려진 후 4 온스/cwt E5 Internal Cure가 추가되었다.

[0195] Ready-mix는 배치를 12 내지 20 rpm에서 약 5분 동안 혼합했다. Ready-mix는 3 내지 5 rpm으로 느려졌고 작업 사이트로 주행되었고, 그 후 콘크리트 테스트 실린더가 ASTM C-39에 따라 타설되었다.

[0196] 샘플 5 및 6에 대한 절차(테일 워터 전 4 온스/cwt)는 E5 Internal Cure가 초기 콘크리트 혼합물에 포함되었고, 추가 순서가 시멘트 혼합물, 골재/모래, 4 온스/cwt E5 Internal Cure, 40 %의 물이었다는 것을 제외하고는 샘플 1 내지 4와 같다.

[0197] 샘플 9 내지 12에 대한 절차(테일 워터 전 2, 4, 6 및 8 온스/E5 Internal Cure/cwt; W/C = 0.41)는 샘플 6 및 7에 대한 절차와 동일하다. E5 Internal Cure의 양은 각각의 샘플에 대해 증가하고, 물/시멘트 비율은 샘플 1 내지 8과 같이 0.51이 아니라 0.41임에 유의한다.

[0198] 샘플 13 내지 16에 대한 절차(테일 워터 후 2, 4, 6 및 8 온스/E5 Internal Cure/cwt; W/C = 0.41)는 샘플 7 및 8에 대한 절차와 동일하다. E5 Internal Cure의 양은 각 샘플에 대해 증가하고, 물/시멘트 비율은 샘플 1 내지 8과 같이 0.51이 아니라 0.41임에 유의한다.

[0199] 각 샘플에 대해, 압축 강도는 3일, 7일 및 28일까지 시간이 지난 실린더로부터 측정되었다.

[0200] 유사한 샘플 그룹(1 내지 4; 5 및 6; 7 및 8; 9 내지 12; 13 내지 16)에 대해 측정된 압축 강도는 샘플이 완벽하게 동일하게 되는 것을 방해하는 많은 요인의 변화로 인한 자연스러운 확산을 반영한다. 샘플은 편의상 압축 강도가 상승하는 순서로 정렬된다.

[0201] 테일 워터 후에 실리카가 추가된 모든 경우에, 콘크리트는 블리드 워터, 켈링, 균열 또는 수축을 있다고 하여도 거의 나타내지 않았다. 물 이전에 추가된 동일한 양의 실리카는 대조군과 유사하거나 일부 경우에, 대조군보다 더 나쁜 블리드 워터 양을 갖는 시멘트를 제공하였다. 상술한 내용은 물/시멘트 비율(0.51 및 0.41) 모두에 유효하다. 압축 강도는 일반적으로 실리카를 사용하여 증가를 나타내었으며, 실리카가 많을수록 압축 강도의 더 높은 증가를 제공한다. 그러나, 포스트-테일(post-tail) 물 추가는 실리카의 프리-워터 추가보다 상당히 더 큰 증가를 제공하였다. 이러한 이점은 이전에 주목한 블리드 워터 및 켈링 균열 및 수축이 크게 감소한 이점에 추가된다. 이론에 얽매이기를 원하지 않고, 물이 다른 건조 성분과 혼합된 후 추가되었을 때의 실리카는 물 이전에 건조 성분에 추가되는 경우, 또는 가능하게는 물을 함유하는 불충분하게 혼합된 콘크리트에 추가되는 경우에 비해 상층으로부터의 물 증발을 더욱 효율적으로 감소시킬 수 있는 것으로 생각된다. 따라서, 위의 예는 특히

테일 워터의 추가 후에 잘 혼합되고 젖은 콘크리트 혼합물에 실리카를 추가하면 압축 강도의 예측하지 못한 큰 개선뿐만 아니라 더 적거나 없는 블리드 워터, 및 양생 콘크리트의 노출된 상부 표면으로부터의 높은 증발과 연관된 더 적거나 없는 결함을 예기치 않게 제공한다는 것을 보여준다.

표 1

	시멘트혼합물 (파운드)	거친 골재 (파운드)	골재 부피 (% vol)	물 (파운드)	물/ 시멘트	슬럼프	공기 (% vol)	3일 (psi)	7일 (psi)	28일 (psi)	
		자갈									
1	500	1,750	11.	255	0.51	7.75	2.	3,250.	3,920.	4,520.	콘크리트 대조군
2	500.	1,750.	11.	255.	.51	7.5	2.	3,810.	4,590.	5,050.	콘크리트 대조군
3	500	1,750.	11.	255	0.51	7.75	2.	4,020.	4,770.	5,420.	콘크리트 대조군
4	500	1,750.	11.	255	0.51	7.5	1.9	4,220.	4,990.	5,910.	콘크리트 대조군
5	500	1,750.	11.	255	0.51	7.75	2.	3,340.	4,010.	5,150.	4oz/cwt 테일 워터 이전; W/C=.51
6	500.	1,750.	11.	255.	.51	7.5	2.1	3,750.	4,450.	5,420.	4oz/cwt 테일 워터 이전; W/C=.51
7	500	1,750.	11.	255	0.51	7.5	2.1	3,910.	4,620.	5,980.	4oz/cwt 테일 워터 이후; W/C=.51
8	500	1,750.	11.	255	0.51	7.5	1.8	4,290.	5,200.	6,420.	4oz/cwt 테일 워터 이후; W/C=.51
9	600.	1,750.	11.	245.	.41	7.	2.1	3,500	4,250	4,800	2 oz/cwt 테일 워터 이전; W/C=.41
10	600.	1,750.	11.	245.	.41	7.75	2.1	3,650	4,375	5,020	4 oz/cwt 테일 워터 이전; W/C=.41
11	600.	1,750.	11.	245.	.41	7.25	2.	3,980	4,980	5,675	6 oz/cwt 테일 워터 이전; W/C=.41
12	600.	1,750.	11.	243.	.41	7.75	1.9	4,025	5,100	5,875	8 oz/cwt 테일 워터 이전; W/C=.41
13	600.	1,750.	11.	245.	.41	7.	2.1	4,050.	5,200.	5,880.	2 oz/cwt 테일 워터 이후; W/C=.41
14	600.	1,750.	11.	245.	.41	7.75	2.1	4,110.	5,010.	6,320.	4 oz/cwt 테일 워터 이후; W/C=.41
15	600.	1,750.	11.	245.	.41	7.25	2.	4,080.	5,190.	6,450.	6 oz/cwt 테일 워터 이후; W/C=.41
16	600.	1,750.	11.	243.	.41	7.75	1.9	4,200.	5,020.	6,650.	8 oz/cwt 테일 워터 이후; W/C=.41

[0202]

도면

도면1



도면2



도면3



도면4



도면5



도면6

