



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0080925
(43) 공개일자 2023년06월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/08 (2012.01) E01C 11/00 (2006.01)
G06N 3/12 (2023.01)
(52) CPC특허분류
G06Q 50/08 (2013.01)
E01C 11/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0168506
(22) 출원일자 2021년11월30일
심사청구일자 2021년11월30일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천광역시 미추홀구 인하로 100(용현동, 인하대 학교)
(72) 발명자
정진훈
서울특별시 서초구 서초중앙로24길 43, 104동 30 4호(서초동, 유원서초아파트)
박해원
인천광역시 미추홀구 한나루로463번길 125, 602 호(용현동)
이재훈
경기도 파주시 광탄면 해음로 1056-65
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 10 항

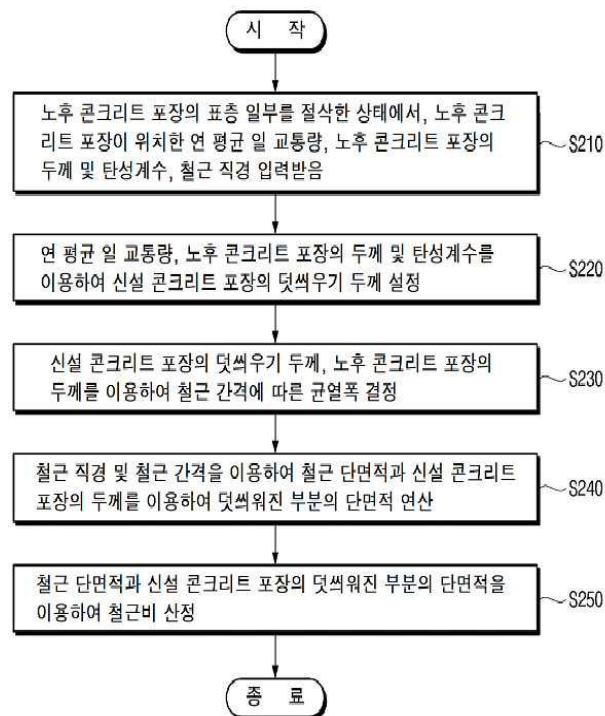
(54) 발명의 명칭 접촉식 연속철근 콘크리트 덧씌우기 포장의 철근비 산정 장치 및 그 방법

(57) 요약

본 발명은 접촉식 연속철근 콘크리트 덧씌우기 포장의 철근비 산정 장치 및 그 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 철근비 산정 장치를 이용한 철근비 산정 방법에 있어서, 노후 콘크리트 포장의 표층 일부를 절삭한 상태에서, 노후 콘크리트 포장이 위치한 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수, 철근 직경 입력받음

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



입력받는 단계, 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수를 이용하여 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하는 단계, 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하는 단계, 철근 직경 및 철근 간격을 이용하여 철근 단면적과 신설 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 덧씌워진 부분의 단면적을 연산하는 단계, 철근 단면적과 신설 콘크리트 포장의 덧씌워진 부분의 단면적을 이용하여 철근비를 산정하는 단계, 실제 공사 대상이 되는 노후 콘크리트 포장의 표출 일부를 절삭한 상태에서, 노후 콘크리트 포장이 위치한 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수, 철근 직경을 입력받는 단계, 그리고 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수를 이용하여 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하고, 철근 직경, 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 철근비를 결정하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

G06N 3/12 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615011856
과제번호	64063-1
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	교통물류연구사업
연구과제명	[Ezbaro] 현장 실무형 유지보수 설계법 개발(4차년도)
기 여 율	1/1
과제수행기관명	인하대학교 산학협력단
연구기간	2021.01.01 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

철근비 산정 장치를 이용한 철근비 산정 방법에 있어서,

노후 콘크리트 포장의 표층 일부를 절삭한 상태에서, 노후 콘크리트 포장이 위치한 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수, 철근 직경을 입력받는 단계,

상기 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수를 이용하여 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하는 단계,

상기 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하는 단계,

상기 철근 직경 및 철근 간격을 이용하여 철근 단면적과 신설 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 덧씌워진 부분의 단면적을 연산하는 단계,

상기 철근 단면적과 신설 콘크리트 포장의 덧씌워진 부분의 단면적을 이용하여 철근비를 산정하는 단계,

실제 공사 대상이 되는 노후 콘크리트 포장의 표층 일부를 절삭한 상태에서, 노후 콘크리트 포장이 위치한 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수, 철근 직경을 입력받는 단계, 그리고

상기 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수를 이용하여 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하고, 상기 철근 직경, 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 철근비를 결정하는 단계를 포함하는 철근비 산정 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하는 단계는,

상기 연 평균 일 교통량 별로 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수에 대응하여 상기 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하는 철근비 산정 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하는 단계는,

상기 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 다음의 수학적식에 적용하여 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하는 철근비 산정 방법;

$$C.W = a \times O.T^* + b \times E.T^* + c \times R.S^* + d$$

여기서, C.W는 균열폭(mm)이고, O.T*는 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께이며, E.T*는 노후 콘크리트 포장의 두께이고, R.S*는 철근 간격이며, a, b, c, d는 철근 직경에 따른 회귀상수를 나타낸다.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하는 단계는,

회귀모형의 회귀계수 추정 결과에 따라 철근 간격에 따른 균열폭(C.W)을 결정하는 철근비 산정 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하는 단계는,

기 설정된 최대 허용 균열폭의 기준 값보다 작은 값에 해당하는 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하는 철근비 산정 방법.

청구항 6

접착식 연속철근 콘크리트 덧씌우기 포장의 철근비 산정 장치에 있어서,

노후 콘크리트 포장의 표층 일부를 절삭한 상태에서, 노후 콘크리트 포장이 위치한 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수, 철근 직경을 입력하고, 상기 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수를 이용하여 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하며, 상기 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하고, 상기 철근 직경 및 철근 간격을 이용하여 철근 단면적과 신설 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 덧씌워진 부분의 단면적을 연산하며, 상기 철근 단면적과 신설 콘크리트 포장의 덧씌워진 부분의 단면적을 이용하여 철근비를 산정하는 학습부,

실제 공사 대상이 되는 노후 콘크리트 포장의 표층 일부를 절삭한 상태에서, 노후 콘크리트 포장이 위치한 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수, 철근 직경을 입력받는 입력부,

상기 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수를 이용하여 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하는 제어부, 그리고

상기 철근 직경, 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 철근비를 결정하는 결정부를 포함하는 철근비 산정 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 학습부는,

상기 연 평균 일 교통량 별로 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수에 대응하여 상기 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하는 철근비 산정 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 학습부는,

상기 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 다음의 수학식에 적용하여 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하는 철근비 산정 장치;

$$C.W = a \times O.T^* + b \times E.T^* + c \times R.S^* + d$$

여기서, C.W는 균열폭(mm)이고, O.T*는 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께이며, E.T*는 노후 콘크리트 포장의 두께이고, R.S*는 철근 간격이며, a, b, c, d는 철근 직경에 따른 회귀상수를 나타낸다.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 학습부는,

회귀모형의 회귀계수 추정 결과에 따라 철근 간격에 따른 균열폭(C.W)을 결정하는 철근비 산정 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 학습부는,

기 설정된 최대 허용 균열폭의 기준 값보다 작은 값에 해당하는 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하는 철근비 산정 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 접착식 연속철근 콘크리트 덧씌우기 포장의 철근비 산정 장치 및 그 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 노후 콘크리트 포장 위에 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하고, 덧씌우기 두께를 이용하여 철근비를 산정하는 접착식 연속철근 콘크리트 덧씌우기 포장의 철근비 산정 장치 및 그 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 국내 고속국도의 노후 콘크리트 포장 연장은 2015년 1,150km/차로에서 2025년 6,662km/차로까지 5배 이상 증가할 것으로 예측되고 있으며 이에 따라 설계 공용년수 20년을 초과한 노후 포장 구간에 대한 유지보수 및 대규모 개량공사가 필요한 실정이다.

[0003] 그리고, 한국도로공사에서 파악한 바에 따르면, 노후 콘크리트포장 연장의 증가 및 보수비 증가량을 추정한 것으로 2021년을 기준으로 노후포장의 연장과, 보수비가 전년도 대비 1.5배 이상 증가할 것으로 파악되었다.

[0004] 콘크리트 포장에는 기존 포장상태에 따라 다양한 방법이 적용 가능하며 재령 20년이상 노후 콘크리트 포장에는 아스팔트 덧씌우기 포장, 접착식 콘크리트 덧씌우기 포장, 제포장 등 다양한 보수 공법이 적용 가능하다

[0005] 국내의 경우 노후 콘크리트 포장에 대한 대규모 유지보수 방법으로 아스팔트 덧씌우기를 주로 적용하고 있으며 이와 관련한 다양한 연구를 수행하고 있다.

[0006] 다만, 콘크리트 포장 위에 아스팔트 포장을 덧씌우기 하는 것은 기존 콘크리트 포장층의 조인트 또는 균열부에서 발생하는 반사균열이 필연적으로 발생할 수 밖에 없는 문제가 있다.

[0007] 그리고, 아스팔트 덧씌우기의 공법의 경우 비용 및 최적 공사기간 산정에 있어서 효과적인 보수공법이지만 반사균열과 관련된 문제가 해결되지 않는다면 그 적용성이 제한적일 수 밖에 없다.

[0008] 따라서, 아스팔트 덧씌우기의 대안으로 콘크리트 덧씌우기 계열의 보수를 적용할 수 있으며, 콘크리트 덧씌우기 포장은 하부층에 대한 부착조건에 따라 접착식 덧씌우기 포장(BCO; Bonded concrete overlay), 비접착식 덧씌우기 포장(UBCO; Unbonded concrete overlay)으로 구분된다. 접착식 덧씌우기 포장은 덧씌우기 포장층을 무근줄눈 콘크리트(JPCP; Joint plain concrete pavement)과 연속철근콘크리트 포장(CRCP; Continuously reinforced concrete pavement)을 적용할 수 있다.

[0009] 일반적으로 연속철근 콘크리트 포장은 하부 지지력이 충분히 확보됐을 때 우수한 공용성을 보이는 것으로 널리 알려져 있다.

[0010] 하지만, 노후 콘크리트 포장 위 CRBCO는 기존 포장의 줄눈부나 균열부에서 발생하는 반사균열을 피할 수 없다. 또한 국내에는 CRBCO에 대한 명확한 설계기준이 존재하지 않는다는 문제가 있다.

[0011] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국등록특허공보 제10-1820380호 (2018.01.19 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 노후 콘크리트 포장 위에 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하고, 덧씌우기 두께를 이용하여 철근비를 산정하는 접착식 연속철근 콘크리트 덧씌우기 포장의 철근비 산정 장치 및 그 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0013] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면, 철근비 산정 장치를 이용한 철근비 산정 방법에 있어서, 노후 콘크리트 포장의 표층 일부를 절삭한 상태에서, 노후 콘크리트 포장이 위치한 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수, 철근 직경을 입력받는 단계, 상기 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수를 이용하여 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하는 단계, 상기 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하는 단계, 상기 철근 직경 및 철근 간격을 이용하여 철근 단면적과 신설 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 덧씌워진 부분의 단면적을 연산하는 단계, 상기 철근 단면적과 신설 콘크리트 포장의 덧씌워진 부분의 단면적을 이용하여 철근비를 산정하는 단계, 실제 공사 대상이 되는 노후 콘크리트 포장의 표층 일부를 절삭한 상태에서, 노후 콘크리트 포장이 위치한 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수, 철근 직경을 입력받는 단계, 그리고 상기 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수를 이용하여 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하고, 상기 철근 직경, 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 철근비를 결정하는 단계를 포함한다.

[0014] 상기 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하는 단계는, 상기 연 평균 일 교통량 별로 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수에 대응하여 상기 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정할 수 있다.

[0015] 상기 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하는 단계는, 상기 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 다음의 수학적식에 적용하여 철근 간격에 따른 균열폭을 결정할 수 있다.

$$C.W = a \times O.T^* + b \times E.T^* + c \times R.S^* + d$$

[0016]

[0017] 여기서, C.W는 균열폭(mm)이고, O.T*는 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께이며, E.T*는 노후 콘크리트 포장의 두께이고, R.S*는 철근 간격이며, a, b, c, d는 철근 직경에 따른 회귀상수를 나타낸다.

[0018] 상기 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하는 단계는, 회귀모형의 회귀계수 추정 결과에 따라 철근 간격에 따른 균열폭(C.W)을 결정할 수 있다.

[0019] 상기 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하는 단계는, 기 설정된 최대 허용 균열폭의 기준 값보다 작은 값에 해당하는 철근 간격에 따른 균열폭을 결정할 수 있다.

[0020] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 접촉식 연속철근 콘크리트 덧씌우기 포장의 철근비 산정 장치에 있어서, 노후 콘크리트 포장의 표층 일부를 절삭한 상태에서, 노후 콘크리트 포장이 위치한 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수, 철근 직경을 입력하고, 상기 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수를 이용하여 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하며, 상기 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하고, 상기 철근 직경 및 철근 간격을 이용하여 철근 단면적과 신설 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 덧씌워진 부분의 단면적을 연산하며, 상기 철근 단면적과 신설 콘크리트 포장의 덧씌워진 부분의 단면적을 이용하여 철근비를 산정하는 학습부, 실제 공사 대상이 되는 노후 콘크리트 포장의 표층 일부를 절삭한 상태에서, 노후 콘크리트 포장이 위치한 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수, 철근 직경을 입력받는 입력부, 상기 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수를 이용하여 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정하는 제어부, 그리고 상기 철근 직경, 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 철근비를 결정하는 결정부를 포함한다.

발명의 효과

[0021] 이와 같이 본 발명에 따르면, 노후 콘크리트 포장의 표층 일부를 제거하고 절삭 후 남은 포장층을 상태가 좋은 하부층으로 대체하여 사용함으로써, 장기고용성의 확보가 가능하고, 합리적인 비용으로 시공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 접촉식 연속철근 콘크리트 덧씌우기 포장의 철근비 산정 장치의 구성을 설명하기 위한 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 철근비를 산정하는 과정을 설명하기 위한 순서도이다.

도 3a 및 도 3b는 도 2의 S220 단계를 설명하기 위한 예시도이다.

도 4a 내지 도 4e는 도 2의 S230 단계를 설명하기 위한 예시도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 철근비 산정 장치를 이용한 철근비 산정 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 6a 내지 도 6c는 도 5의 S530 단계를 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0024] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0025] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시 예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0026] 이하에서는 도 1을 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 접착식 연속철근 콘크리트 덧씌우기 포장의 철근비 산정 장치(100)의 구성을 설명한다.
- [0027] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 접착식 연속철근 콘크리트 덧씌우기 포장의 철근비 산정 장치의 구성을 설명하기 위한 도면이다.
- [0028] 도 1에서 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 접착식 연속철근 콘크리트 덧씌우기 포장의 철근비 산정 장치(100)는 학습부(110), 입력부(120), 제어부(130) 및 결정부(140)를 포함한다.
- [0029] 먼저, 학습부(110)는 노후 콘크리트 포장의 표층 일부를 절삭한 상태에서, 노후 콘크리트 포장이 위치한 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수, 철근 직경을 입력받는다.
- [0030] 그리고, 학습부(110)는 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수를 이용하여 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정한다.
- [0031] 이때, 학습부(110)는 연 평균 일 교통량 별로 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수에 대응하는 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정할 수 있다.
- [0032] 그리고, 학습부(110)는 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트의 포장의 두께를 이용하여 철근 간격에 따른 균열폭을 결정한다.
- [0033] 이때, 학습부(110)는 회귀모형의 회귀계수 추정 결과에 따라 철근 간격에 따른 균열폭을 결정하며, 기 설정된 최대 허용 균열폭의 기준 값보다 작은 값에 해당하는 철근 간격에 따른 균열폭을 결정한다.
- [0034] 그리고, 학습부(110)는 철근 직경 및 철근 간격을 이용하여 철근 단면적과 신설 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 덧씌워진 부분의 단면적을 연산하여 철근 단면적과 신설 콘크리트 포장의 덧씌워진 부분의 단면적을 이용하여 철근비를 산정한다.
- [0035] 다음으로, 입력부(120)는 실제 공사 대상이 되는 노후 콘크리트 포장의 표층 일부를 절삭한 상태에서, 노후 콘크리트 포장이 위치한 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수, 철근 직경을 입력받는다.
- [0036] 이때, 철근 직경은 16mm와 19mm를 포함하며, 입력부(110)는 16mm 또는 19mm의 철근 직경을 입력받을 수 있다.
- [0037] 다음으로, 제어부(130)는 기본 물성을 이용하여 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정한다.
- [0038] 이때, 제어부(130)는 연 평균 일 교통량 별로 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수에 대응하는 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정한다.
- [0039] 다음으로, 결정부(140)는 철근 직경, 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 철근비를 결정한다.
- [0040] 이때, 결정부(140)는 학습부(110)에 의해 산정된 철근비를 기반으로 하여 실제 공사 대상이 되는 노후 콘크리트

상에 공사되는 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께, 철근 직경 및 노후 콘크리트 포장의 두께에 해당하는 철근비를 결정한다.

- [0041] 이하에서는 도 2 내지 도 4d를 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 철근비를 산정하는 방법에 대하여 설명한다.
- [0042] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 철근비 산정하는 과정을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0043] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 철근비 산정 장치(100)는 노후 콘크리트 포장의 표층 일부를 절삭한 상태에서, 노후 콘크리트 포장이 위치한 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수, 철근 직경을 입력받는다(S210).
- [0044] 이때, 노후 콘크리트 포장의 두께는 절삭하고 남은 노후 콘크리트의 잔존 두께를 의미한다.
- [0045] 그리고, 본 발명의 실시예에 따른 철근비 산정 장치(100)는 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수를 이용하여 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정한다(S220).
- [0046] 도 3a 및 도 3b는 도 2의 S220 단계를 설명하기 위한 예시도이다.
- [0047] 도 3a 및 도 3b는 연 평균 일 교통량 별로 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수에 대응하는 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 나타낸 것이다.
- [0048] 도 3a의 (a)는 연 평균 일 교통량(Annual average daily traffic, AADT)이 30,000대 이하인 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수에 따른 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 나타낸 것이고, 도 3a의 (b)는 연 평균 일 교통량이 30,000대~60,000대인 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수에 따른 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 나타낸 것이다.
- [0049] 그리고, 도 3a의 (c)는 연 평균 일 교통량이 60,000대~90,000대인 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수에 따른 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 나타낸 것이며, 도 3a의 (d)는 연 평균 일 교통량이 90,000대~120,000대인 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수에 따른 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 나타낸 것이다.
- [0050] 그리고, 도 3b의 (e)는 연 평균 일 교통량이 120,000대~150,000대인 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수에 따른 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 나타낸 것이고, 도 3b의 (f)는 연 평균 일 교통량이 150,000대~180,000대인 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수에 따른 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 나타낸 것이며, 도 3b의 (g)는 연 평균 일 교통량이 180,000대~200,000대인 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수에 따른 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 나타낸 것이다.
- [0051] 도 3a 및 도 3b에서 도시한 바와 같이, 동일한 설계교통량 조건에서 노후 콘크리트 포장의 탄성계수가 작아질수록 덧씌우기 두께가 커지며, 노후 콘크리트 포장의 두께에 대응하여 덧씌우기 두께가 최대 40mm까지 차이가 나는 것으로 확인되었다.
- [0052] 그리고, 연 평균 일 교통량이 60,000대를 초과하고, 노후 콘크리트 포장 두께가 180mm보다 작은 경우, 덧씌우기 두께의 최대 두께인 150mm를 초과하는 구간이 발생할 수 있으며, 이 경우에는 덧씌우기 두께를 이용한 설계가 불가능한 것으로 판단될 수 있다.
- [0053] 또한, 연 평균 일 교통량이 180,000대 이상이 될 경우, 절삭 후에 노후 콘크리트 포장의 두께가 220mm 이상이 확보되어야 신설 콘크리트에 덧씌우기를 실시할 수 있을 것으로 확인된다.
- [0054] 예를 들어, 연 평균 일 교통량이 100,000대이고, 노후 콘크리트 포장의 두께가 250mm이며, 노후 콘크리트 포장의 탄성계수가 20GPa라고 가정하면, 도 3의 (d)와 같이, 철근비 산정 장치(100)는 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 100mm로 설정할 수 있다.
- [0055] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 철근비 산정 장치(100)는 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 철근 간격에 따른 균열폭을 결정한다(S230).
- [0056] 이때, 철근비 산정 장치(100)는 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 다음의 수학적 식 1에 적용하여 철근 간격에 따른 균열폭을 결정한다.

수학식 1

$$C.W = a \times O.T^* + b \times E.T^* + c \times R.S^* + d$$

[0057]

[0058]

여기서, C.W는 균열폭(mm)이고, O.T*는 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께이며, E.T*는 노후 콘크리트 포장의 두께이고, R.S*는 철근 간격이며, a, b, c, d는 철근 직경에 따른 회귀상수를 나타낸다.

[0059]

이때, 철근비 산정 장치(100)는 회귀모형의 회귀계수 추정 결과에 따라 철근 간격에 따른 균열폭(C.W)을 결정한다.

[0060]

도 4a 내지 도 4e는 도 2의 S230 단계를 설명하기 위한 예시도이다.

[0061]

도 4a는 철근 직경이 16mm(D16)에 대한 회귀모형의 회귀계수 추정결과를 나타낸 표이고, 도 4b는 철근 직경이 19mm(D19)에 대한 회귀모형의 회귀계수 추정결과를 나타낸 표이다.

[0062]

즉, 도 4a 및 도 4b에서 도시한 바와 같이, 철근비 산정 장치(100)는 수학식 1에서 a를 덧씌우기 두께에 대한 비표준화 계수(B)로, b를 노후 콘크리트 포장의 두께에 대한 비표준화계수(B)로, c를 철근 간격에 대한 비표준화계수(B)로, d를 상수에 대한 비표준화계수(B)로 적용한다.

[0063]

또한, 철근비 산정 장치(100)는 기 설정된 최대 허용 균열폭의 기준 값보다 작은 값에 해당하는 철근 간격에 따른 균열폭을 결정한다.

[0064]

이때, 최대 허용 균열폭은 1mm, 0.63mm, 0.5mm 중에서 적어도 하나로 설정할 수 있으며, 국가마다 달라질 수 있으므로, 최대 허용 균열폭은 한정하진 않는다.

[0065]

도 4c 및 도 4d는 철근 직경이 16mm(D16)에 대한 철근 간격에 따른 균열폭을 나타낸 그래프이고, 도 4e는 철근 직경이 19mm(D19)에 대한 철근 간격에 따른 균열폭을 나타낸 그래프이다.

[0066]

도 4c 및 도 4d에서 도시한 바와 같이, 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께는 80mm에서 150mm로 결정하고, 노후 콘크리트 포장의 두께(existing Pavement Thickness(mm))는 130mm에서 300mm로 결정하며, 철근 간격은 120mm에서 180mm로 결정한다고 가정한다.

[0067]

그리고, 도 4e에서 도시한 바와 같이, 신설 콘크리트 포장의 두께는 110mm에서 150mm로 결정하고, 노후 콘크리트 포장의 두께(existing Pavement Thickness(mm))는 130mm에서 300mm로 결정하며, 철근 간격은 120mm에서 210mm로 결정한다고 가정한다.

[0068]

이때, 도 4c 내지 도 4e에서 도시한 바와 같이, 철근 간격이 커질수록 균열폭이 커지는 경향을 확인할 수 있다.

[0069]

그리고, 예를 들어, 도4c와 같이, 100mm 덧씌우기의 경우에서 철근 간격을 120mm에서 180mm까지의 범위에서 결정하고, 결정된 철근 간격에 대응하여 균열폭을 결정할 수 있다.

[0070]

그리고, 도 4d와 같이, 철근비 산정 장치(100)는 120mm 덧씌우기의 경우에서 철근 간격을 120mm에서 150mm까지의 범위에서 결정하고, 결정된 철근 간격에 대응하여 균열폭을 결정할 수 있다.

[0071]

그리고, 150mm 덧씌우기의 경우에는 최대 허용 균열폭인 0.63mm보다 작은 값에 해당하는 철근 간격이 없으므로, 철근비 산정 장치(100)는 철근의 직경을 더 입력받아 철근 간격을 결정할 수 있다.

[0072]

즉, 덧씌우기 두께가 140mm를 초과하는 경우부터 120mm에서 180mm까지의 철근 간격 범위에서 최대 허용 균열폭인 0.63mm를 만족하지 못하는 경우가 발생하므로, 이 구간에서는 사용하는 철근의 직경을 더 크게하여 설계할 필요가 있다.

[0073]

다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 철근비 산정 장치(100)는 철근 직경 및 철근 간격을 이용하여 철근 단면적과 신설 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 덧씌워진 부분의 단면적을 연산한다(S240).

[0074]

즉, 철근비 산정 장치(100)는 S230 단계에서 결정된 철근 직경 및 철근 간격을 이용하여 철근 단면적을 연산한다.

[0075]

그리고, 철근비 산정 장치(100)는 S220 단계에서 설정된 신설 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 덧씌워진 부분

의 단면적을 연산한다.

[0076] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 철근비 산정 장치(100)는 철근 단면적과 신설 콘크리트 포장의 덧씌워진 부분의 단면적을 이용하여 철근비를 산정한다(S250).

[0077] 이때, 철근이 여러 개일 경우, 철근비 산정 장치(100)는 철근 단면적의 총합을 계산하여 철근비를 산정할 수 있다.

[0078] 더욱 자세하게는, 철근비 산정 장치(100)는 다음의 수학적 식 2를 이용하여 철근비를 산정할 수 있다.

수학적 식 2

$$\text{철근비} = \frac{\text{철근 단면적의 총합}(mm^2)}{\text{덧씌워지는 신설 콘크리트의 단면적}(mm^2)}$$

[0079]

[0080] 이하에서는 도 5 내지 도 6c를 이용하여 본 발명의 실시예에 따른 철근비 산정 장치(100)를 이용하여 철근비를 산정하는 방법에 대하여 설명한다.

[0081] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 철근비 산정 장치를 이용한 철근비 산정 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0082] 먼저, 본 발명의 실시예에 따른 철근비 산정 장치(100)는 실제 공사 대상이 되는 노후 콘크리트 포장의 표출 일부를 절삭한 상태에서, 노후 콘크리트 포장이 위치한 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수, 철근 직경을 입력받는다(S510).

[0083] 이때, 철근 직경은 16mm 또는 19mm 중에서 하나를 입력받을 수 있다.

[0084] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 철근비 산정 장치(100)는 연 평균 일 교통량, 노후 콘크리트 포장의 두께 및 탄성계수를 이용하여 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정한다(S520).

[0085] 이때, 철근비 산정 장치(100)는 도 2의 S220 단계에서 기술한 도 3을 이용하여 신설 콘크리트 포장의 덧씌우기 두께를 설정할 수 있다.

[0086] 그리고, S520 단계는 도 2의 S220 단계에서 이미 기술한 바, 중복된 설명은 생략한다.

[0087] 다음으로, 본 발명의 실시예에 따른 철근비 산정 장치(100)는 철근 직경, 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 이용하여 철근비를 결정한다(S530).

[0088] 도 6a 내지 도 6c는 도 5의 S530 단계를 설명하기 위한 예시도이다.

[0089] 도 6a는 최대 허용 균열폭이 1mm를 기준으로 하는 철근비 산정표이고, 도 6b는 최대 허용 균열폭이 0.63mm를 기준으로 하는 철근비 산정표이며, 도 6c는 최대 허용 균열폭이 0.5mm를 기준으로 하는 철근비 산정표이다.

[0090] 도 6a 내지 도 6c에서 도시한 바와 같이, 철근비 산정 장치(100)는 도 2의 S250 단계를 통해 기 산정된 철근비를 기반으로 하여 철근 직경, 덧씌우기 두께, 노후 콘크리트 포장의 두께를 통해 철근비를 결정한다.

[0091] 예를 들어, 철근 직경이 16mm(D16)이고, 노후 콘크리트 포장의 두께가 200mm이며, 덧씌우기 두께가 110mm라고 가정하면, 철근비 산정 장치(100)는 철근비를 0.36으로 결정할 수 있다.

[0092] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따르면, 노후 콘크리트 포장의 표출 일부를 제거하고 절삭 후 남은 포장층을 상태가 좋은 하부층으로 대체하여 사용함으로써, 장기고용성의 확보가 가능하고, 합리적인 비용으로 시공할 수 있다.

[0093] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

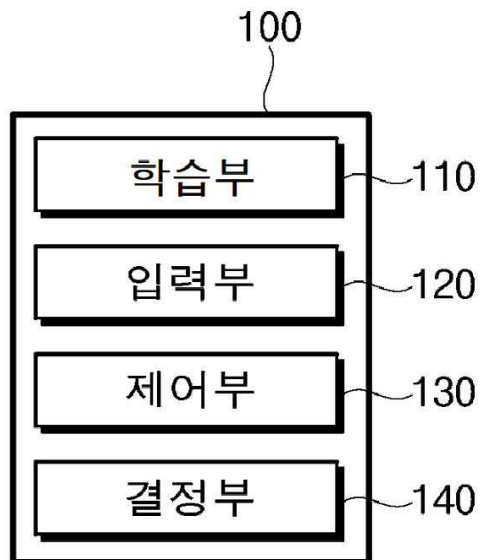
부호의 설명

[0094] 100: 철근비 산정 장치, 110: 학습부,

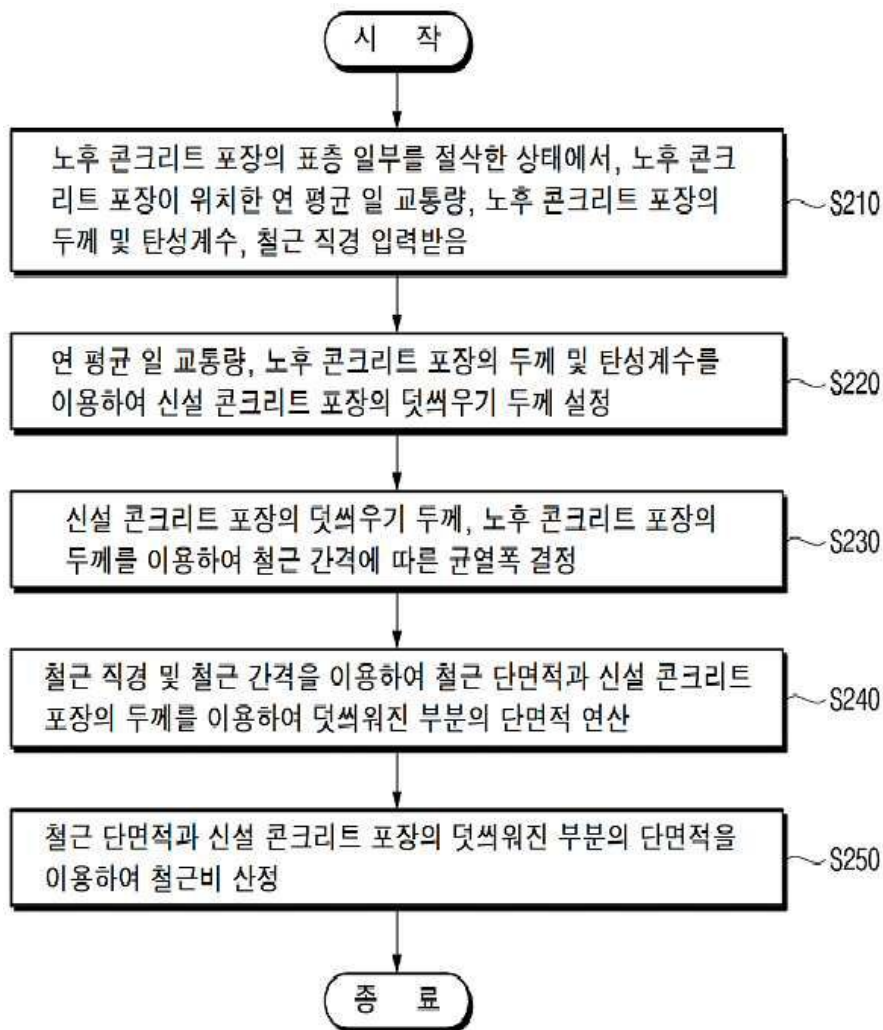
120: 입력부, 130: 제어부,
140: 결정부

도면

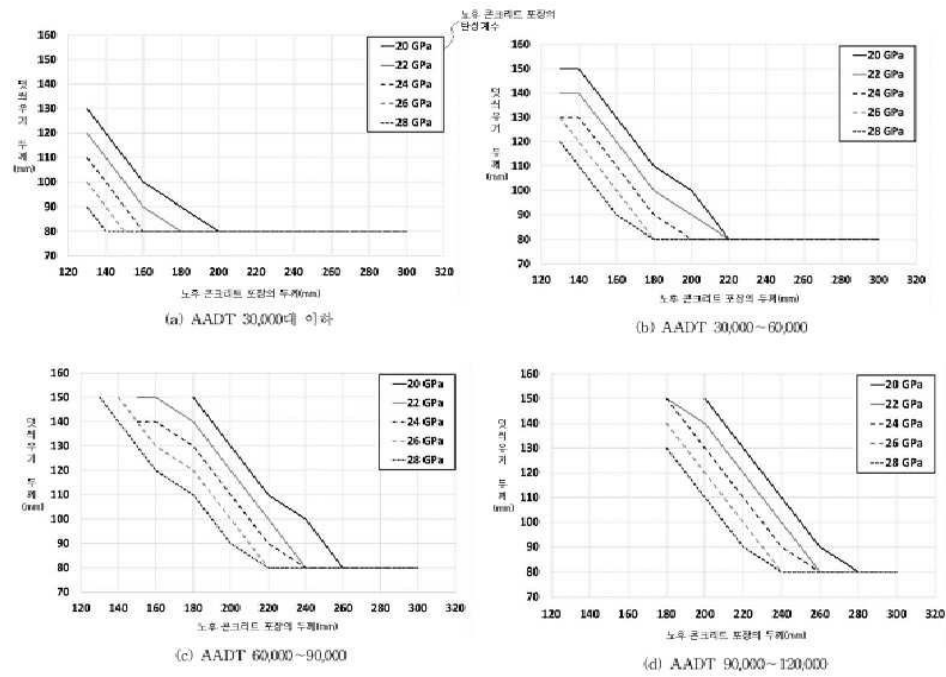
도면1



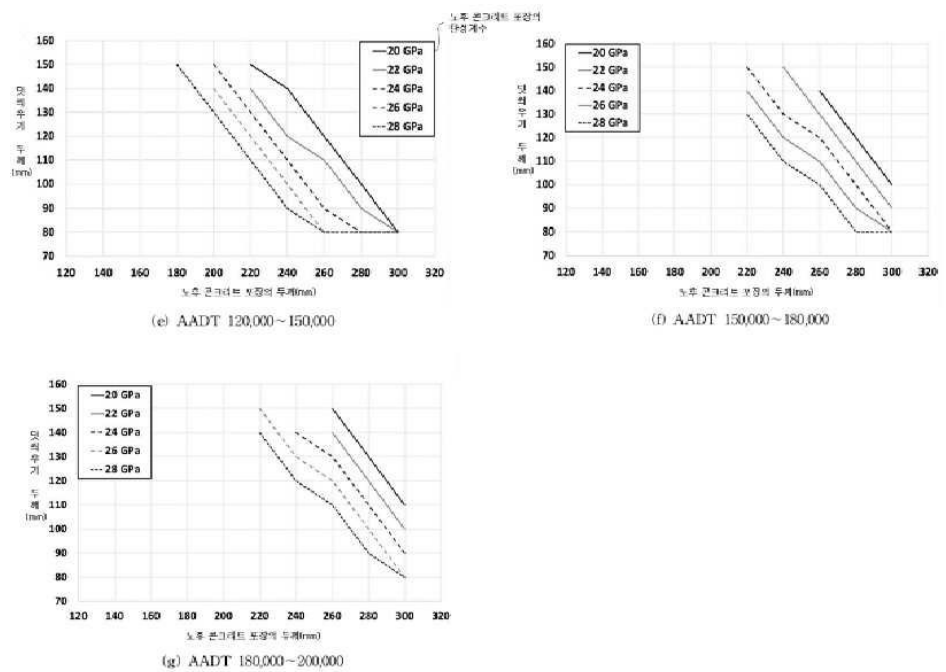
도면2



도면3a



도면3b



도면4a

모 형	비표준화계수		표준화계수	t	유의 확률	공선성통계량	
	B	표준오차	배 타			TOL	VIF
상수	0.467	0.012		38.053	0.000		
덧씌우기 두께	0.244	0.015	0.702	16.359	0.000	0.999	1.001
노후콘크리트 포장의 두께	-0.164	0.012	-0.592	-13.809	0.000	1.000	1.000
철근 간격	0.091	0.018	0.222	5.169	0.000	0.999	1.001

회귀계수

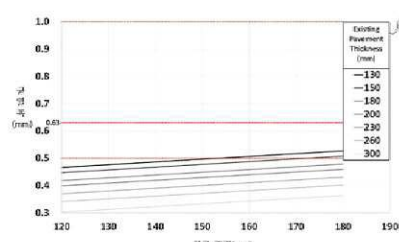
포장의

도면4b

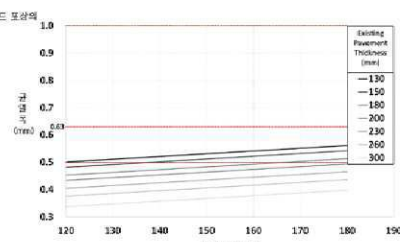
회귀계수

모 형	비표준화계수		표준화계수	t	유의 확률	공선성통계량	
	B	표준오차	배 타			TOL	VIF
상수	0.442	0.021		20.887	0.000		
덧씌우기 두께	0.231	0.027	0.485	8.587	0.000	0.994	1.006
노후콘크리트 포장의 두께	-0.151	0.012	-0.686	-12.169	0.000	0.999	1.001
철근 간격	0.085	0.014	0.340	6.023	0.000	0.993	1.007

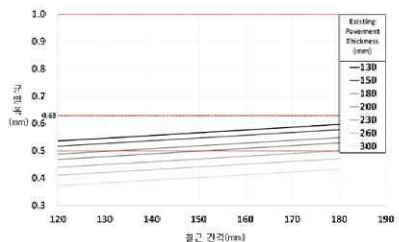
도면4c



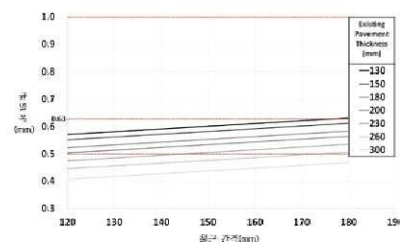
(a) 덧씌우기 90mm



(b) 덧씌우기 90mm

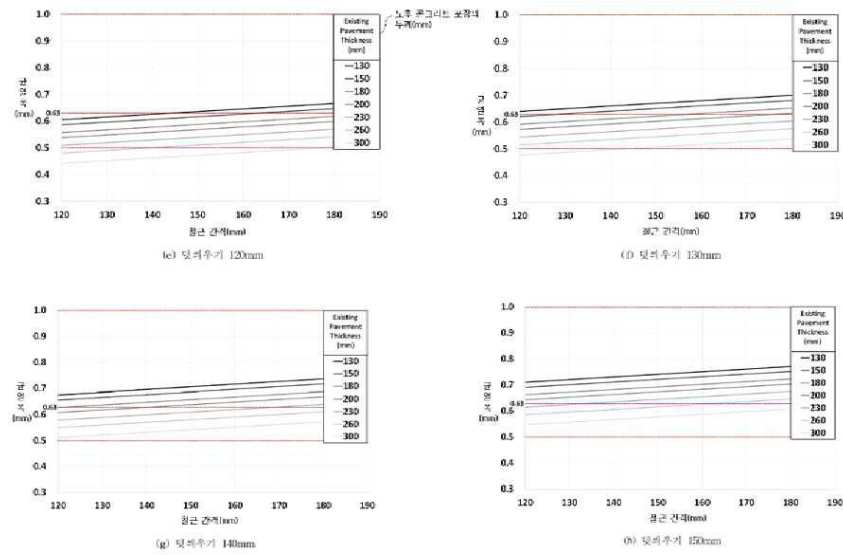


(c) 덧씌우기 100mm

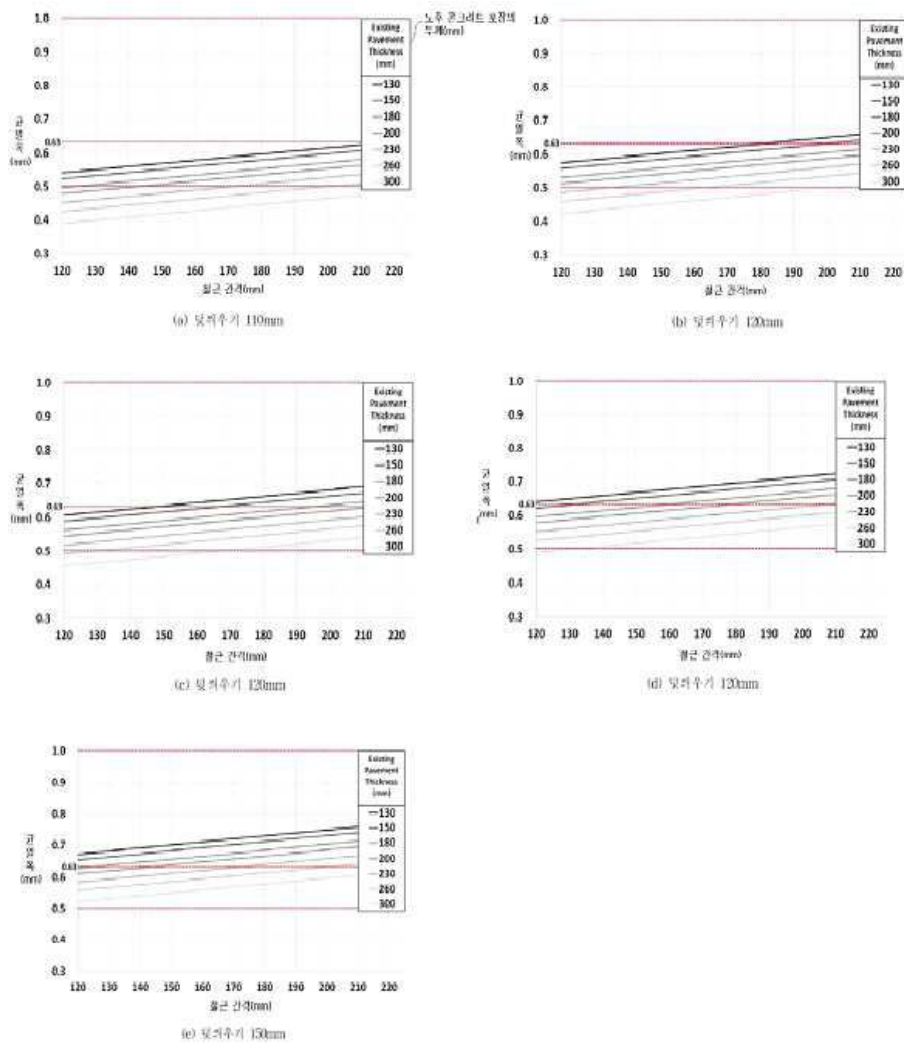


(d) 덧씌우기 110mm

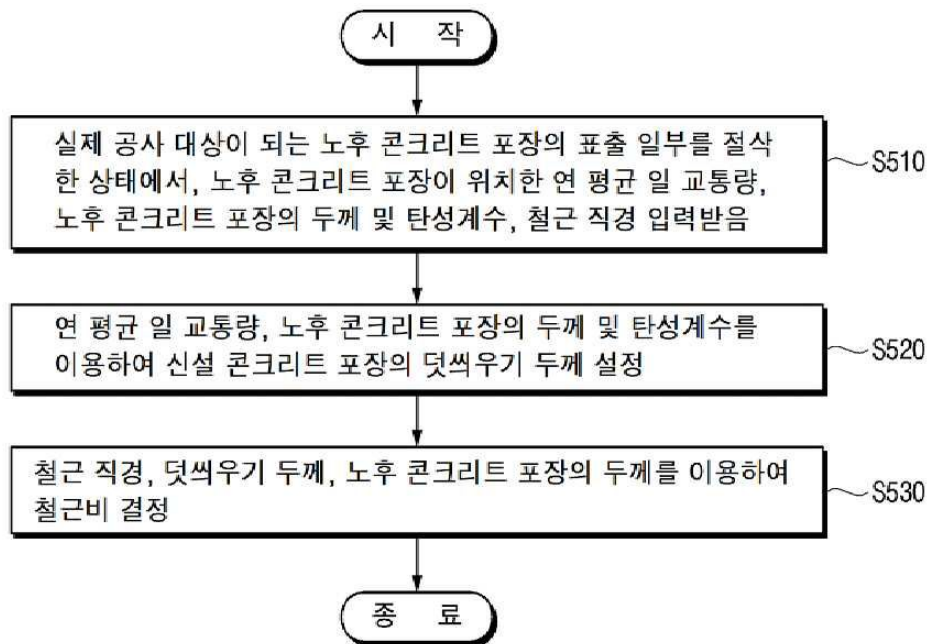
도면4d



도면4e



도면5



도면6a

철근 직경 (mm)		D16								D19				
덧씌우기 두께 (mm)		80	90	100	110	120	130	140	150	110	120	130	140	150
노후 콘크리트 포장의 두께 (mm)	130	0.53	0.51	0.49	0.47	0.45	0.43	0.41	0.40	0.56	0.54	0.52	0.50	0.48
	150	0.49	0.47	0.45	0.43	0.41	0.40	0.39	0.37	0.52	0.50	0.48	0.47	0.45
	180	0.43	0.41	0.40	0.39	0.37	0.36	0.35	0.34	0.47	0.45	0.44	0.42	0.41
	200	0.40	0.39	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.44	0.42	0.41	0.40	0.39
	230	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.40	0.39	0.38	0.36	0.36
	260	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.29	0.28	0.27	0.36	0.36	0.35	0.34	0.33
	300	0.29	0.29	0.28	0.27	0.27	0.26	0.25	0.25	0.33	0.32	0.31	0.31	0.30

도면6b

철근직경 (mm)		D16								D19				
덧의우기 두께 (mm)		80	90	100	110	120	130	140	150	110	120	130	140	150
노후 콘크리트 포장의 두께 (mm)	130	0.53	0.51	0.49	0.49	0.57				0.56	0.67	0.78		
	150	0.49	0.47	0.45	0.43	0.47	0.60			0.52	0.55	0.63	0.81	
	180	0.43	0.41	0.40	0.39	0.37	0.43	0.52		0.47	0.45	0.48	0.59	0.72
	200	0.40	0.39	0.37	0.36	0.35	0.36	0.42		0.44	0.42	0.43	0.49	0.62
	230	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.32	0.41	0.40	0.39	0.38	0.38	0.47
	260	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.29	0.28	0.31	0.36	0.36	0.35	0.34	0.36
	300	0.29	0.29	0.28	0.27	0.27	0.26	0.25	0.25	0.33	0.32	0.31	0.31	0.30

도면6c

철근직경 (mm)		D16								D19				
덧의우기 두께 (mm)		80	90	100	110	120	130	140	150	110	120	130	140	150
노후 콘크리트 포장의 두께 (mm)	130	0.64												
	150	0.51	0.64											
	180	0.43	0.47	0.55						0.81				
	200	0.40	0.39	0.45						0.65				
	230	0.36	0.35	0.36	0.42					0.49	0.62			
	260	0.33	0.32	0.31	0.32	0.41				0.40	0.47	0.61		
	300	0.29	0.29	0.28	0.27	0.28				0.33	0.34	0.41	0.54	