(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0103840
(43) 공개일자 2023년07월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B25J 9/16 (2006.01) *B25J 11/00* (2006.01)
B25J 13/08 (2006.01) *E04G 21/00* (2006.01)
(52) CPC특허분류
B25J 9/1674 (2013.01)
B25J 11/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0043715
(22) 출원일자 2022년04월08일
심사청구일자 2022년04월08일
(30) 우선권주장
1020210192729 2021년12월30일 대한민국(KR)

(71) 출원인
순천향대학교 산학협력단
충청남도 아산시 신창면 순천향로 22, 순천향대학교내
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
주식회사 빌딩포인트코리아
서울특별시 마포구 토정로14길 27 ,3층(신정동)
(72) 발명자
임현수
충청남도 아산시 신창면 순천향로 22-1
김태훈
광주광역시 동구 필문대로 309(서석동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
한상수

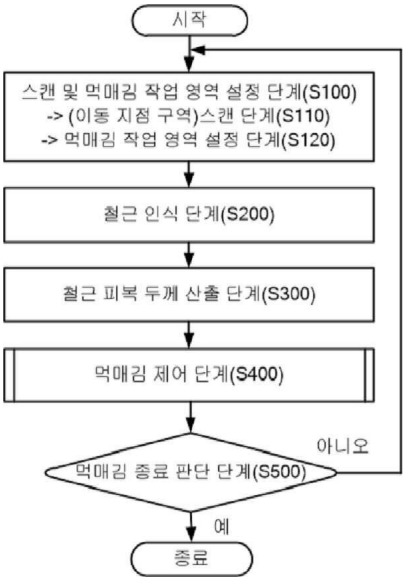
전체 청구항 수 : 총 29 항

(54) 발명의 명칭 **철근 위치 오차 및 먹매김 보정 기능을 구비한 먹매김 로봇, 먹매김 방법 및 기록 매체**

(57) 요 약

본 발명은 먹매김 작업 전 철근의 위치와 도면 정보를 바탕으로 먹선의 보정 여부를 자동으로 판단하여 먹매김을 수행할 수 있도록 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정 기능을 구비한 먹매김 로봇, 먹매김 방법 및 기록 매체를 제공한다.

대 표 도 - 도2



(52) CPC특허분류
B25J 13/08 (2013.01)
B25J 9/163 (2013.01)
B25J 9/1692 (2013.01)
E04G 21/00 (2013.01)
(72) 발명자
오종현
서울특별시 마포구 토정로14길 27(신정동)
조창욱
서울특별시 마포구 토정로14길 27(신정동)
고영훈
서울특별시 마포구 토정로14길 27(신정동)
조규만
광주광역시 동구 필문대로 309(서석동)

명 세 서

청구범위

청구항 1

먹매김 작업을 위한 도면 정보를 저장하는 저장부(100);

주변 영역을 스캔하여 스캔 정보를 생성하는 측위부(200);

상기 스캔 정보를 이용한 주변 사물과 영역에 대한 좌표 부여와, 먹매김 작업 영역 설정과, 철근 인식과, 철근 피복 두께 산출 및 산출된 철근 인식 정보와 철근 피복 두께 정보를 이용하여 먹매김 제어를 수행하는 제어부(300); 및

상기 제어부(300)의 제어 명령에 따라 먹매김을 수행하는 먹매김부(400)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 측위부(200)는,

주변 사물의 위치와 주변 영역을 좌표화하는 측위 시스템으로 구성되는 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제어부(300)의 주변 사물과 영역에 대한 좌표 부여는,

상기 측위부(200)에서 스캔된 주변 영역과 사물들에 먹매김 작업 진행 방향(Dw)을 x축으로, 먹매김 작업 진행 방향에 수직인 벽체 두께 방향을 y축으로, 지면에 수직 상방향을 z축으로 하는 (x, y, z) 좌표를 주변 사물과 영역에 부여하는 것인 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 제어부(300)의 먹매김 작업 영역 설정은,

도면 정보와 일회 스캔 대상 영역을 기준으로 일회의 먹매김 제어가 수행되는 영역을 설정하는 것인 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제어부(300)의 철근 인식은,

스캔된 주변 사물의 좌표 중 연속되는 x 좌표를 포함하는 위치 좌표를 추출하여 각각의 철근(10)의 (x, y, z) 좌표로 인식하는 것인 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제어부(300)의 상기 철근 피복 두께 산출은,

상기 측위부(200)를 제어하여 철근(10)의 수직 방향(z축 방향) 상의 임의의 두 점(D1, D2)의 (x, y, z) 좌표를 측정하여 철근의 z축에 대한 기울기를 산출하고, z 축이 0인 지점(D3)의 (x, y, z) 좌표를 산출하며, 먹선의 좌표(D4, y축 방향의 먹선 위치) 중 y 좌표와 철근의 y 좌표 값의 최소점(D3) 간의 거리를 철근 먹선 거리(Tr)로 산출하는 것인 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제어부(300)의 먹매김 제어는,

상기 측위부(200)를 제어하여 철근(10)의 수직 방향(z축 방향) 상의 임의의 두 점(D1, D2)의 (x, y, z) 좌표를 측정하여 철근의 z축에 대한 기울기를 산출하고, z 축이 0인 지점(D3)의 (x, y, z) 좌표를 산출하며, 먹선의 좌

표(D4, y축 방향의 먹선 위치) 중 y 좌표와 철근의 y 좌표 값의 최소점(D3) 간의 거리를 철근 먹선 거리(Tr)로 산출하는 상기 제어부(300)의 철근 먹선 거리 측정을 포함하는 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 제어부(300)의 먹매김 제어는,

각각의 철근(10)에 대하여 산출된 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께(Tc)보다 큰 경우 철근 피복 두께(Tc)가 확보된 것으로 판단하는 상기 제어부(300)의 철근 피복 두께 확보 판단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 제어부(300)의 먹매김 제어는,

상기 철근 피복 두께가 확보된 것으로 판단된 경우, 철근 배치 기준선(20)으로부터 벽체 내측에 위치하는 철근(10)의 좌표 값을 철근 내측 오차로 산출하는 상기 제어부(300)의 철근 내측 오차 산출을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 10

제7항에 있어서, 상기 제어부(300)의 먹매김 제어는,

각각의 철근(10)에 대하여 산출된 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께(Tc)보다 작은 경우 철근 피복 두께(Tc)가 확보되지 않은 것으로 판단한 후, 철근 피복 두께(Tc)에서 철근 먹선 거리(Tr)를 뺀 값인 Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차와 비교하여, Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차보다 작은 경우, 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위 내인 것으로 판단하고, Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차보다 큰 경우, 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위를 벗어난 것으로 판단하는 철근 피복 두께 허용 오차 판단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 제어부(300)의 먹매김 제어는,

상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 결과 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위 내인 것으로 판단된 경우, 철근 배치 기준선(20)으로부터 벽체 외측 방향으로 위치하는 철근(10)의 좌표 값을 철근 외측 오차로 산출하는 철근 외측 오차 산출을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 12

제10항에 있어서, 상기 제어부(300)의 먹매김 제어는,

상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 결과 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위를 벗어난 것으로 판단된 경우, 철근 먹선 거리(Tr)에 벽체 두께(Tw)에 허용 오차를 곱한 벽체 허용 오차를 더한 값(Tr+Tw*허용 오차)이 먹매김 보정 수행 판단 기준인 철근 피복 두께(Tc)에서 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차를 뺀 값(Tc-벽체 철근 먹선 거리 허용 오차)보다 작은 경우, 먹매김 보정을 수행하도록 판단하는 먹매김 보정 수행 판단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제어부(300)의 먹매김 제어는,

상기 먹매김 보정 수행 판단 결과 먹매김 보정을 수행하는 것으로 판단된 경우, 철근 피복 두께(Tc)에서 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차를 뺀 값(Tc-벽체 철근 먹선 거리 허용 오차)의 범위 내에서 철근 먹선 거리 확보를 위한 먹선의 위치를 보정하는 먹매김 보정 수행을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 제어부(300)의 먹매김 제어는,

상기 먹매김 보정이 수행된 후, 상기 제어부(300)가 상기 먹매김부(400)를 제어하여 상기 먹매김 보정이 반영된

도면 정보에 따라 도면 먹매김을 수행하는 도면 먹매김 수행을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 15

제12항에 있어서, 상기 제어부(300)의 먹매김 제어는,

상기 먹매김 보정 수행 판단 결과 먹매김 보정을 수행하지 않도록 판단된 경우, 상기 철근 먹선 거리(Tr)가 도면 먹매김을 수행할 수 없는 먹매김 미수행 기준 값보다 작은 경우 도면 먹매김 미수행으로 판단하는 도면 먹매김 수행 판단을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 제어부(300)의 먹매김 제어는,

상기 도면 먹매김 수행 판단의 결과 도면 먹매김 미수행으로 판단된 경우, 도면의 먹매김을 수행함이 없이 철근 오차 보정을 위해 철근 위치 보정 수행 신호를 출력하는 철근 위치 보정 수행 보고를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 제어부(300)의 먹매김 제어는,

상기 도면 먹매김 수행 판단 결과 도면 먹매김을 수행하도록 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 상기 먹매김부(400)를 제어하여 상기 먹매김 보정이 수행되지 않은 도면 정보에 따라 도면 먹매김을 수행하는 도면 먹매김 수행을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇.

청구항 18

도면 정보를 저장하는 저장부(100), 측위부(200), 제어부(300), 먹매김부(400)(도는 먹매김부(400)와 구동부(500))를 포함하는 먹매김 로봇(1)에 의한 철근 위치 오차 보정 및 먹매김 보정 기능을 가지는 먹매김 제어 방법에 있어서,

상기 측위부(200)를 이용하여 주변 영역에 대한 스캔을 수행하고, 스캔된 스캔 정보 중 상기 주변 사물과 영역에 대한 좌표 부여와 먹매김 작업 영역을 설정하는 스캔 및 먹매김 작업 영역 설정 단계(S100);

스캔된 주변 사물의 좌표 중 연속되는 x 좌표를 포함하는 위치좌표를 추출하여 각각의 철근(10)의 (x, y, z) 좌표로 인식하는 철근 인식 단계(S200);

상기 도면 정보 중 철근 배치 기준선(20)과 먹선(10) 사이의 거리를 철근 피복 두께로 산출하는 철근 피복 두께 산출 단계(S300); 및

상기 도면 정보, 스캔정보 또는 철근 피복 두께 중 하나 이상을 이용하여 상기 철근 위치 오차 보정, 먹매김 보정 또는 먹매김 중 하나 이상을 포함하는 먹매김 제어를 수행하는 먹매김 제어 단계(S400)를 포함하는 것을 특징으로 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정을 포함하는 먹매김 방법.

청구항 19

제18항에 있어서, 상기 스캔 및 먹매김 작업 영역 설정 단계(S100)는,

상기 제어부(300)의 제어에 따라 상기 측위부(200)가 먹매김 로봇(1)이 먹매김 수행을 위해 이동하는 이동 지점 구역을 스캔하여 먹매김 작업 영역(Rm)을 설정할 수 있도록 하는 스캔 단계(S110) 및 먹매김 작업 영역 설정 단계(S120)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정을 포함하는 먹매김 방법.

청구항 20

제19항에 있어서, 상기 먹매김 작업 영역 설정 단계(S120)는,

상기 제어부(300)가 스캔된 주변 영역과 사물들에 먹매김 작업 진행 방향(Dw)을 x축으로, 먹매김 작업 진행 방향(Dw)에 수직인 벽체 두께 방향을 y축으로, 지면에 수직 상방향을 z축으로 하는 (x, y, z) 좌표를 부여하고, 먹매김 작업 영역(Rm)을 설정하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정을 포함하는 먹매김 방법.

청구항 21

제18항에 있어서, 상기 철근 인식 단계(S200)는,

상기 제어부(300)가 상기 측위부(200)에서 스캔에 의해 생성된 상기 먹매김 작업 영역(Rm)에 포함되는 주변 사물의 좌표 중 연속되는 x 좌표를 포함하는 (x, y, z) 좌표를 각각의 철근(10)의 좌표로 설정하는 것에 의해 철근을 인식하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정을 포함하는 먹매김 방법.

청구항 22

제18항에 있어서, 상기 먹매김 제어 단계(S400)는,

상기 철근 인식 단계(S200)에서 인식된 각각의 철근과 도면 정보에 포함된 먹선의 y 좌표의 거리로서의 철근 먹선 거리(Tr)를 산출하는 철근 먹선 거리 측정 단계(S410);

상기 측정된 철근 먹선 거리(Tr)를 도면 정보 중 철근 배치 기준선(20)과 먹선(30) 사이의 거리인 철근 피복 두께(Tc)와 비교하여 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 보다 큰 경우 철근 피복 두께(Tc)가 확보된 것으로 판단하는 철근 피복 두께 확보 판단 단계(S420);

상기 철근 피복 두께 확보 판단 단계(S420)의 판단 결과, 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께(Tc)보다 작아 철근 피복 두께가 확보되지 않은 것으로 판단된 경우, 철근 피복 두께(Tc)가 허용 오차 범위 내인지를 판단하는 철근 피복 두께 허용 오차 판단 단계(S430);

상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 단계(S430)의 판단 결과 철근 피복 두께가 허용 오차를 벗어난 경우 먹매김 보정의 수행 여부를 판단하는 먹매김 보정 수행 판단 단계(S440);

상기 먹매김 보정 수행 판단 단계(S440)의 판단 결과 먹매김 보정이 필요한 것으로 판단된 경우 먹매김 보정을 수행하여 도면 정보에 반영하는 먹매김 보정 수행 단계(S445);

상기 먹매김 보정 수행 판단 단계(S440)의 판단 결과 먹매김 보정이 필요하지 않은 것으로 판단된 경우, 철근 먹선 거리를 도면 정보에 따른 도면 먹매김 수행 기준 값보다 큰 경우 도면 먹매김을 수행하도록 판단하는 도면 먹매김 수행 판단 단계(S450); 및

상기 먹매김 보정 수행 단계(S445) 이후 또는 상기 도면 먹매김 수행 판단 단계(S450)에서 도면 먹매김 수행으로 판단된 경우, 상기 먹매김 보정이 반영된 도면 정보 또는 상기 먹매김 보정이 수행되지 않은 도면 정보에 따라 도면 먹매김을 수행하는 도면 먹매김 수행 단계(S460)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정을 포함하는 먹매김 방법.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 철근 먹선 거리 측정 단계(S410)는,

상기 측위부(200)가 철근(10)의 수직 방향(z축 방향) 상의 임의의 두 점(D1, D2)의 (x, y, z) 좌표를 측정하여 철근의 z축에 대한 기울기를 산출하고, z 축이 0인 지점(D3)의 (x, y, z) 좌표를 산출하며, 먹선의 좌표(D4, y축 방향의 먹선 위치) 중 y 좌표와 철근의 y 좌표 값의 최소점(D3) 간의 거리를 철근 먹선 거리(Tr)로 산출하는 철근 먹선 거리 측정 단계(S410)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정을 포함하는 먹매김 방법.

청구항 24

제22항에 있어서, 상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 단계(S430)는,

상기 철근 피복 두께 확보 판단 단계(S420)에서 철근 피복 두께가 확보되지 않은 것으로 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 피복 두께(Tc)에서 철근 먹선 거리(Tr)를 뺀 값인 Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차와 비교하여, Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차보다 작은 경우, 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위 내인 것으로 판단하고, Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차보다 큰 경우, 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위를 벗어난 것으로 판단하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정을 포함하는 먹매김 방법.

청구항 25

제22항에 있어서, 상기 먹매김 보정 수행 판단 단계(S440)는,

상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 단계(S430)에서 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위를 벗어난 것으로 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 먹선 거리(Tr)에 도면 정보의 벽체 두께(Tw)에 허용 오차를 곱한 벽체 허용 오차(Tw*허용 오차)를 더한 값인 (Tr+Tw*허용 오차)가 먹매김 보정 수행 판단 기준인 철근 피복 두께(Tc)에서 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차를 뺀 값(Tc-벽체 철근 먹선 거리 허용 오차)보다 작은 경우, 먹매김 보정을 수행하도록 판단하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정을 포함하는 먹매김 방법.

청구항 26

제22항에 있어서, 상기 먹매김 보정 수행 단계(S445)는,

상기 제어부(300)가 철근 피복 두께(Tc)에서 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차를 뺀 값(Tc-벽체 철근 먹선 거리 허용 오차)의 범위 내에서 철근 먹선 거리 확보를 위한 먹선의 위치를 보정하여 도면 정보에 반영하는 먹매김 보정을 수행하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정을 포함하는 먹매김 방법.

청구항 27

제22항에 있어서, 상기 도면 먹매김 수행 판단 단계(S450)는,

상기 먹매김 보정 수행 판단 단계(S440)의 판단 결과 먹매김 보정을 수행하지 않도록 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 먹선 거리(Tr)가 도면 먹매김을 수행할 수 없는 먹매김 미수행 기준 값보다 작은 경우 도면 먹매김 미수행으로 판단하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정을 포함하는 먹매김 방법.

청구항 28

제22항에 있어서, 상기 먹매김 제어 단계(S400)는,

상기 철근 피복 두께 확보 판단 단계(S420)에서 철근 피복 두께(Tc)가 확보된 것으로 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 배치 기준선(20)으로부터 벽체 내측에 위치하는 철근(10)의 좌표 값을 철근 내측 오차로 산출하는 철근 내측 오차 산출 단계(S425);

상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 단계(S430)에서 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위 내인 것으로 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 배치 기준선(20)으로부터 벽체 외측 방향으로 위치하는 철근(10)의 좌표 값을 철근 외측 오차로 산출하는 철근 외측 오차 산출 단계(S435); 또는,

상기 도면 먹매김 수행 판단 단계(S450)의 판단 결과 도면 먹매김을 수행하지 않도록 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 도면의 먹매김을 수행함이 없이 철근 오차 보정을 위해 철근 위치 보정 수행 신호를 출력하는 철근 위치 보정 수행 보고 단계(S453) 중 하나 이상을 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정을 포함하는 먹매김 방법.

청구항 29

제22항 내지 제28항 중 어느 한 항의 먹매김 방법을 컴퓨터로 읽어들여 실행하는 코드로 저장하는 기록 매체.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 먹매김 로봇을 활용한 철근 위치 오차 및 먹매김 보정 기능을 가지는 먹매김 기술에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 먹매김 작업 전 철근의 위치와 도면 정보를 바탕으로 먹선의 보정 여부를 자동으로 판단하여 먹매김을 수행할 수 있도록 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정 기능을 구비한 먹매김 로봇, 먹매김 방법 및 기록 매체에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 종래기술의 먹매김 보정선은 시공오차로 인해 상부 이음철근의 피복 두께가 미확보되어 먹선을 이동하여 그릴 경우에 사용된다. 그리고 골조 보정은 골조에 시공 오차가 발생하였을 경우 보정을 하기 위해 골조의 위치 및 기울기를 변경한다.

[0003] 골조의 시공 오차는 외벽과 내벽으로 구분하여 보정된다. 외벽 보정은 위치 및 기울기의 오차를 외벽거푸집의 기울기로 보정하여 상부층을 시공한다. 내벽 보정은 기준점에 맞게 먹선을 새롭게 그린다.

[0004] 먹매김 작업의 대상인 내벽의 경우 1층의 기준점을 중심으로 하여 정확한 먹선을 바닥면에 그리면 전체 골조의 오차가 발생하더라도 내벽선에 대한 보정이 이루어지나, 수직이음철근의 위치가 벗어날 경우 피복 두께가 확보되지 못하거나 철근이 먹선을 벗어나 먹선이나 철근의 위치를 보정해야 한다.

[0005] 먹매김 로봇은 기준점에 근거하여 도면을 바닥에 그리는 작업을 수행하나, 시공오차를 고려하지 않으면 추후 먹선의 수정작업이 필요하므로 먹선 작업과 함께 먹매김 보정 작업 또한 함께 수행되어야 한다.

[0006] 상기 먹매김 보정은 허용범위 내에서 이루어지며 관리자가 그 오차를 판단하여 먹 보정선의 위치를 결정한다.

[0007] 해당 방법을 먹매김 로봇에 적용할 경우 오차를 판단하기 위해 자동화 프로세스 상에 관리자의 작업이 별도로 추가되어, 이중작업 및 관리의 효율성이 저하되는 문제가 있다.

[0008] 따라서 먹선을 보정하기 위한 먹매김 보정의 필요 여부를 판단하기 위해서는 철근과 먹선과의 거리인 피복 두께를 자동으로 측정하는 기술과, 측정된 데이터를 바탕으로 먹매김 보정의 수행 여부 또는 철근의 위치 보정 여부를 자동으로 판단할 수 있도록 하는 기술이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 따라서 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 먹매김 로봇의 무인화를 위해 시공오차가 발생한 경우 먹매김 로봇이 철근의 피복 두께를 측정하여 먹선의 보정 여부 또는 철근 위치 보정을 판단하면서 먹매김을 수행할 수 있도록 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정 기능을 구비한 먹매김 로봇, 먹매김 방법 및 기록 매체를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 본 발명은 또한 라이다(LiDar) 센서를 통해 철근의 좌표를 측정하여 먹선과의 거리를 측정하고 해당 값을 바탕으로 철근 위치 오차 보정 또는 먹매김 보정 수행 여부를 판단하여 관리자 없이 먹매김 로봇이 스스로 먹매김 작업을 수행할 수 있게 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정 기능을 구비한 먹매김 로봇, 먹매김 방법 및 기록 매체를 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 상술한 기술적 과제의 달성을 위해 본 발명의 일 실시예는, 먹매김 작업을 위한 도면 정보를 저장하는 저장부(100), 주변 영역을 스캔하여 스캔 정보를 생성하는 측위부(200), 상기 스캔 정보를 이용한 주변 사물과 영역에 대한 좌표 부여와, 먹매김 작업 영역 설정과, 철근 인식과, 철근 피복 두께 산출 및 산출된 철근 인식 정보와 철근 피복 두께 정보를 이용하여 먹매김 제어를 수행하는 제어부(300); 및 상기 제어부(300)의 제어 명령에 따라 먹매김을 수행하는 먹매김부(400)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 먹매김 로봇을 제공한다.

[0012] 상기 측위부(200)는 주변 사물의 위치와 주변 영역을 좌표화하는 측위 시스템으로 구성되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 상기 제어부(300)의 주변 사물과 영역에 대한 좌표 부여는 상기 측위부(200)에서 스캔된 주변 영역과 사물들에 먹매김 작업 진행 방향(Dw)을 x축으로, 먹매김 작업 진행 방향에 수직인 벽체 두께 방향을 y축으로, 지면에 수직 상방향을 z축으로 하는 (x, y, z) 좌표를 주변 사물과 영역에 부여하는 것일 수 있다.

[0014] 상기 제어부(300)의 먹매김 작업 영역(Rm) 설정은 도면 정보와 일회 스캔 대상 영역을 기준으로 일회의 상기 먹매김 제어가 수행되는 영역을 설정하는 것일 수 있다.

[0015] 상기 제어부(300)의 철근 인식은 스캔된 주변 사물의 좌표 중 연속되는 x 좌표를 포함하는 위치좌표를 추출하여 각각의 철근(10)의 (x, y, z) 좌표로 인식하는 것일 수 있다.

[0016] 상기 제어부(300)의 상기 철근 피복 두께 산출은, 상기 측위부(200)를 제어하여 철근(10)의 수직 방향(z축

방향) 상의 임의의 두 점(D1, D2)의 (x, y, z) 좌표를 측정하여 철근의 z축에 대한 기울기를 산출하고, z 축이 0인 지점(D3)의 (x, y, z) 좌표를 산출하며, 먹선의 좌표(D4, y축 방향의 먹선 위치) 중 y 좌표와 철근의 y 좌표 값의 최소점(D3) 간의 거리를 철근 먹선 거리(Tr)로 산출하는 것일 수 있다.

[0017] 상기 제어부(300)의 먹매김 제어는, 철근 먹선 거리 측정, 철근 피복 두께 확보 판단, 철근 내측 오차 산출, 철근 피복 두께 허용 오차 판단, 철근 외측 오차 산출, 먹매김 보정 수행 판단, 먹매김 보정, 도면 먹매김 수행 판단, 철근 위치 보정 수행 보고, 도면 먹매김 수행 또는 철근 위치 오차 보정 수행 리포트 작성 중 하나 이상을 포함하여 수행될 수 있다.

[0018] 상기 제어부(300)의 철근 먹선 거리 측정은 상기 측위부(200)를 제어하여 철근(10)의 수직 방향(z축 방향) 상의 임의의 두 점(D1, D2)의 (x, y, z) 좌표를 측정하여 철근의 z축에 대한 기울기를 산출하고, z 축이 0인 지점(D3)의 (x, y, z) 좌표를 산출하며, 먹선의 좌표(D4, y축 방향의 먹선 위치) 중 y 좌표와 철근의 y 좌표 값의 최소점(D3) 간의 거리를 철근 먹선 거리(Tr)로 산출하는 것일 수 있다(도 6 참조).

[0019] 상기 제어부(300)의 철근 피복 두께 확보 판단은 각각의 철근(10)에 대하여 산출된 철근 먹선 거리(Tr)를 철근 피복 두께(Tc)와 비교하여 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께(Tc)보다 큰 경우 철근 피복 두께(Tc)가 확보된 것으로 판단하는 것일 수 있다.

[0020] 상기 제어부(300)의 철근 내측 오차 산출은, 상기 철근 피복 두께가 확보된 것으로 판단된 경우, 철근 배치 기준선(20)으로부터 벽체 내측에 위치하는 철근(10)의 좌표 값을 철근 내측 오차로 산출하는 것일 수 있다.

[0021] 상기 제어부(300)의 철근 피복 두께 허용 오차 판단은, 상기 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께(Tc)보다 작아 철근 피복 두께가 확보되지 않은 것으로 판단된 경우, 철근 피복 두께(Tc)에서 철근 먹선 거리(Tr)를 뺀 값인 Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차(예, 10㎜)와 비교하여, Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차보다 작은 경우, 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위 내인 것으로 판단하고, Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차보다 큰 경우, 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위를 벗어난 것으로 판단하는 것일 수 있다.

[0022] 상기 제어부(300)의 철근 외측 오차 산출은 상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 결과 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위 내인 것으로 판단된 경우, 철근 배치 기준선(20)으로부터 벽체 외측 방향으로 위치하는 철근(10)의 좌표 값을 철근 외측 오차로 산출하는 것일 수 있다.

[0023] 상기 제어부(300)의 먹매김 보정 수행 판단은 상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 결과 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위를 벗어난 것으로 판단된 경우, 철근 먹선 거리(Tr)에 벽체 두께(Tw)에 허용 오차(예 3%)를 곱한 벽체 허용 오차를 더한 값(Tr+Tw*허용 오차(예: 3%))이 먹매김 보정 수행 판단 기준인 철근 피복 두께(Tc)에서 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차(예, 10㎜)를 뺀 값(Tc-벽체 철근 먹선 거리 허용 오차)보다 작은 경우, 먹매김 보정을 수행하도록 판단하는 것일 수 있다.

[0024] 상기 제어부(300)의 먹매김 보정은 상기 먹매김 보정 수행 판단 결과 먹매김 보정이 필요한 경우, 철근 피복 두께(Tc)에서 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차(예, 10㎜)를 뺀 값(Tc-벽체 철근 먹선 거리 허용 오차)의 범위 내에서 철근 먹선 거리 확보를 위한 먹선의 위치를 보정하는 먹매김 보정을 수행하는 것일 수 있다.

[0025] 상기 제어부(300)의 도면 먹매김 수행 판단은 상기 먹매김 보정 수행 판단 결과 먹매김 보정을 수행하지 않도록 판단된 경우, 철근 먹선 거리(Tr)가 도면 먹매김을 수행할 수 없는 먹매김 미수행 기준 값(예, 15㎜)보다 작은 경우 도면 먹매김 미수행으로 판단하는 것일 수 있다.

[0026] 상기 제어부(300)의 철근 위치 보정 수행 보고는 상기 도면 먹매김 수행 판단 결과 도면 먹매김을 수행하지 않도록 판단된 경우, 도면의 먹매김을 수행함이 없이 철근 오차 보정을 위해 철근 위치 보정 수행 신호를 출력하는 것일 수 있다.

[0027] 상기 제어부(300)의 도면 먹매김 수행은 상기 먹매김 보정이 수행된 후 또는 상기 도면 먹매김 수행 판단 결과 도면 먹매김을 수행하도록 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 상기 먹매김부(400)를 제어하여 상기 먹매김 보정이 반영된 도면 정보 또는 먹매김 보정이 수행되지 않은 도면 정보에 따라 도면 먹매김을 수행하는 것일 수 있다.

[0028] 상기 제어부(300)의 철근 위치 오차 보정 수행 리포트 작성은 산출된 철근 내측 오차, 철근 내측 오차 또는 철근 위치 보정 수행 신호 중 하나 이상의 데이터를 포함하는 철근 위치 오차 보정 수행 리포트를 작성하여 출력

하는 것일 수 있다.

[0029] 본 발명의 다른 실시예는, 도면 정보를 저장하는 저장부(100), 측위부(200), 제어부(300), 먹매김부(400)(또는 먹매김부(400)와 구동부(500))를 포함하는 먹매김 로봇(1)에 의한 철근 위치 오차 보정 및 먹매김 보정 기능을 가지는 먹매김 제어 방법에 있어서, 상기 측위부(200)를 이용하여 주변 영역에 대한 스캔을 수행하고, 스캔된 스캔 정보 중 상기 주변 사물과 영역에 대한 좌표 부여와 먹매김 작업 영역을 설정하는 스캔 및 먹매김 작업 영역 설정 단계(S100); 스캔된 주변 사물의 좌표 중 연속되는 x 좌표를 포함하는 위치좌표를 추출하여 각각의 철근(10)의 (x, y, z) 좌표로 인식하는 철근 인식 단계(S200); 상기 도면 정보 중 철근 배치 기준선(20)과 먹선(10) 사이의 거리를 철근 피복 두께로 산출하는 철근 피복 두께 산출 단계(S300); 및 상기 도면 정보, 스캔정보 또는 철근 피복 두께 중 하나 이상을 이용하여 상기 철근 위치 오차 보정, 먹매김 보정 또는 먹매김 중 하나 이상을 포함하는 먹매김 제어를 수행하는 먹매김 제어 단계(S400)를 포함하는 것을 특징으로 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정을 포함하는 먹매김 방법을 제공한다.

[0030] 상기 스캔 및 먹매김 작업 영역 설정 단계(S100)는, 상기 제어부(300)의 제어에 따라 상기 측위부(200)가 먹매김 로봇(1)이 먹매김 수행을 위해 이동하는 이동 지점 구역을 스캔하여 먹매김 작업 영역(Rm)을 설정할 수 있도록 하는 스캔 단계(S110) 및 먹매김 작업 영역 설정 단계(S120)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0031] 상기 먹매김 작업 영역 설정 단계(S120)는 상기 제어부(300)가 스캔된 주변 영역과 사물들에 먹매김 작업 진행 방향(Dw)을 x축으로, 먹매김 작업 진행 방향(Dw)에 수직인 벽체 두께 방향을 y축으로, 지면에 수직 상방향을 z축으로 하는 (x, y, z) 좌표를 부여하고, 단위 먹매김 방법 적용 영역인 먹매김 작업 영역(Rm)을 설정하도록 구성될 수 있다.

[0032] 상기 철근 인식 단계(S200)는, 상기 제어부(300)가 상기 측위부(200)에서 스캔에 의해 생성된 상기 먹매김 작업 영역(Rm)에 포함되는 주변 사물의 좌표 중 연속되는 x 좌표를 포함하는 (x, y, z) 좌표를 각각의 철근(10)의 좌표로 설정하는 것에 의해 철근을 인식하도록 구성될 수 있다.

[0033] 상기 먹매김 제어 단계(S400)는 상기 철근 인식 단계(S200)에서 인식된 각각의 철근과 도면 정보에 포함된 먹선의 y 좌표의 거리로서의 철근 먹선 거리(Tr)를 산출하는 철근 먹선 거리 측정 단계(S410); 상기 측정된 철근 먹선 거리(Tr)를 도면 정보 중 철근 배치 기준선(20)과 먹선(30) 사이의 거리인 철근 피복 두께(Tc)와 비교하여 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 보다 큰 경우 철근 피복 두께(Tc)가 확보된 것으로 판단하는 철근 피복 두께 확보 판단 단계(S420); 상기 철근 피복 두께 확보 판단 단계(S420)의 판단 결과, 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께(Tc)보다 작아 철근 피복 두께가 확보되지 않은 것으로 판단된 경우, 철근 피복 두께(Tc)가 허용 오차 범위 내인지를 판단하는 철근 피복 두께 허용 오차 판단 단계(S430); 상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 단계(S430)의 판단 결과 철근 피복 두께가 허용 오차를 벗어난 경우 먹매김 보정의 수행 여부를 판단하는 먹매김 보정 수행 판단 단계(S440); 상기 먹매김 보정 수행 판단 단계(S440)의 판단 결과 먹매김 보정이 필요한 것으로 판단된 경우 먹매김 보정을 수행하여 도면 정보에 반영하는 먹매김 보정 수행 단계(S445); 상기 먹매김 보정 수행 판단 단계(S440)의 판단 결과 먹매김 보정이 필요하지 않은 것으로 판단된 경우, 철근 먹선 거리를 도면 정보에 따른 도면 먹매김 수행 기준 값보다 큰 경우 도면 먹매김을 수행하도록 판단하는 도면 먹매김 수행 판단 단계(S450); 및 상기 먹매김 보정 수행 단계(S445) 이후 또는 상기 도면 먹매김 수행 판단 단계(S450)에서 도면 먹매김 수행으로 판단된 경우, 상기 먹매김 보정이 반영된 도면 정보 또는 상기 먹매김 보정이 수행되지 않은 도면 정보에 따라 도면 먹매김을 수행하는 도면 먹매김 수행 단계(S460)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 철근 위치 오차 및 먹매김 보정을 포함하는 먹매김 방법을 제공한다.

[0034] 상기 철근 먹선 거리 측정 단계(S410)는, 상기 측위부(200)가 철근(10)의 수직 방향(z축 방향) 상의 임의의 두 점(D1, D2)의 (x, y, z) 좌표를 측정하여 철근의 z축에 대한 기울기를 산출하고, z 축이 0인 지점(D3)의 (x, y, z) 좌표를 산출하며, 먹선의 좌표(D4, y축 방향의 먹선 위치) 중 y 좌표와 철근의 y 좌표 값의 최소점(D3) 간의 거리를 철근 먹선 거리(Tr)로 산출하는 철근 먹선 거리 측정 단계(S410)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0035] 상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 단계(S430)는, 상기 철근 피복 두께 확보 판단 단계(S420)에서 철근 피복 두께가 확보되지 않은 것으로 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 피복 두께(Tc)에서 철근 먹선 거리(Tr)를 뺀 값인 Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차와 비교하여, Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차보다 작은 경우, 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위 내인 것으로 판단하고, Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차보다 큰 경우, 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위를 벗어난 것으로 판단하도록 구성될 수 있다.

[0036] 상기 먹매김 보정 수행 판단 단계(S440)는, 상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 단계(S430)에서 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위를 벗어난 것으로 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 먹선 거리(Tr)에 도면 정보의 벽체 두께(Tw)에 허용 오차를 곱한 벽체 허용 오차(Tw*허용 오차)를 더한 값인 (Tr+Tw*허용 오차)가 먹매김 보정 수행 판단 기준인 철근 피복 두께(Tc)에서 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차를 뺀 값(Tc-벽체 철근 먹선 거리 허용 오차)보다 작은 경우, 먹매김 보정을 수행하도록 판단하도록 구될 수 있다.

[0037] 상기 먹매김 보정 수행 단계(S445)는, 상기 제어부(300)가 철근 피복 두께(Tc)에서 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차를 뺀 값(Tc-벽체 철근 먹선 거리 허용 오차)의 범위 내에서 철근 먹선 거리 확보를 위한 먹선의 위치를 보정하여 도면 정보에 반영하는 먹매김 보정을 수행하도록 구될 수 있다.

[0038] 상기 도면 먹매김 수행 판단 단계(S450)는, 상기 먹매김 보정 수행 판단 단계(S440)의 판단 결과 먹매김 보정을 수행하지 않도록 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 먹선 거리(Tr)가 도면 먹매김을 수행할 수 없는 먹매김 미수행 기준 값보다 작은 경우 도면 먹매김 미수행으로 판단하도록 구될 수 있다.

[0039] 상기 먹매김 제어 단계(S400)는, 상기 철근 피복 두께 확보 판단 단계(S420)에서 철근 피복 두께(Tc)가 확보된 것으로 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 배치 기준선(20)으로부터 벽체 내측에 위치하는 철근(10)의 좌표 값을 철근 내측 오차로 산출하는 철근 내측 오차 산출 단계(S425); 상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 단계(S430)에서 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위 내인 것으로 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 배치 기준선(20)으로부터 벽체 외측 방향으로 위치하는 철근(10)의 좌표 값을 철근 외측 오차로 산출하는 철근 외측 오차 산출 단계(S435); 또는 상기 도면 먹매김 수행 판단 단계(S450)의 판단 결과 도면 먹매김을 수행하지 않도록 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 도면의 먹매김을 수행함이 없이 철근 오차 보정을 위해 철근 위치 보정 수행 신호를 출력하는 철근 위치 보정 수행 보고 단계(S453) 중 하나 이상을 더 포함하여 구될 수 있다.

[0040] 상기 먹매김 제어 단계(S400)는, 상기 제어부(300)가 산출된 철근 내측 오차, 철근 외측 오차 또는 출력된 철근 위치 보정 수행 신호 중 하나 이상의 데이터를 포함하는 철근 위치 오차 보정 수행 리포트를 작성하는 철근 위치 오차 보정 수행 리포트 작성 단계(S470)를 포함하여 구될 수 있다.

[0041] 본 발명의 다른 실시에는 상술한 본 발명의 먹매김 방법을 컴퓨터로 읽어들여 실행하는 코드로 저장하는 기록매체를 제공한다.

발명의 효과

[0042] 상술한 본 발명의 일 실시예에 따르는 먹매김 로봇이 먹매김 작업 전 철근의 위치를 바탕으로 철근 위치의 보정과 먹선의 보정 여부를 자동으로 판단할 수 있게 하는 기술로 먹매김 로봇의 무인화를 위해서 요구되는 기술을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0043] 도 1은 본 발명의 일 실시예의 먹매김 로봇의 개략적인 기능 블록도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예의 먹매김 로봇을 이용한 철근 위치 오차 보정 및 먹매김 보정 기능을 가지는 먹매김 방법의 처리과정을 나타내는 순서도이다.

도 3은 본 발명의 실시예의 철근 위치 오차 보정 및 먹매김 보정 기능을 가지는 먹매김 작업이 수행되는 영역으로서 콘크리트가 타설된 슬라브 상부를 나타내는 도면이다.

도 4는 먹매김 작업 영역 설정 과정을 나타내는 도면이다.

도 5는 철근 인식 단계(S200)를 나타내는 도면이다.

도 6은 철근 먹선 거리 측정 과정을 나타내는 철근(10)과 먹매김 로봇(1)의 측면도(a) 및 평면도(b)이다.

도 7은 도 2의 먹매김 로봇을 이용한 철근 위치 오차 보정, 먹매김 보정 또는 먹매김 중 하나 이상을 포함하는 먹매김 제어를 수행하는 먹매김 제어 단계(S400)의 상세 처리과정을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0044] 하기에서 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를

불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.

[0045] 본 발명의 개념에 따른 실시 예는 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있으므로, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본 명세서 또는 출원서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명의 개념에 따른 실시 예를 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명은 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0046] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 다른 표현들, 즉 "~사이에"와 "바로 ~사이에" 또는 "~에 이웃하는"과 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0047] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0048] 본 발명은 먹매김 로봇이 먹매김 작업 전 철근의 위치를 바탕으로 먹선의 보정 여부를 자동으로 판단할 수 있게 하는 기술로 먹매김 로봇의 무인화를 위해서 요구되는 기술이다.

[0049] 이하, 본 발명의 실시예를 나타내는 첨부 도면을 참조하여 본 발명을 더욱 상세히 설명한다.

[0050] 도 1은 본 발명의 일 실시예의 먹매김 로봇(1)의 개략적인 기능 블록도이다.

[0051] 도 1과 같이, 상기 먹매김 로봇(1)은 먹매김 작업을 위한 도면 정보를 저장하는 저장부(100), 주변 영역을 스캔하여 스캔 정보를 생성하는 측위부(200), 상기 스캔 정보 중 상기 주변 사물과 영역에 대한 좌표 부여, 먹매김 작업 영역 설정, 철근 인식, 철근 피복 두께 산출 및 산출된 철근 인식 정보와 철근 피복 두께 정보를 이용하여 먹매김 제어를 수행하는 제어부(300); 상기 제어부(300)의 제어 명령에 따라 먹매김을 수행하는 먹매김부(400) 및 상기 제어부(300)의 제어에 따라 주행 구동을 수행하는 구동부(500)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0052] 상술한 구성에서 상기 구동부(500)는 상기 먹매김부(400)에 일체로 통합 구성될 수도 있다.

[0053] 상기 측위부(200)는 라이다(Lidar), 레이더(Rader), 초음파, 근적외선, 이동통신망의 기지국 등을 이용하는 국지 측위 시스템 등을 이용하여 상기 먹매김 로봇(1)의 주변 사물(철근, 지장물 등)의 위치와 주변 영역을 좌표화하는 측위 시스템으로 구성될 수 있다.

[0054] 상기 제어부(300)의 주변 사물과 영역에 대한 좌표 부여는 상기 측위부(200)에서 스캔된 주변 영역과 사물들에 먹매김 작업 진행 방향(Dw)을 x축으로, 먹매김 작업 진행 방향에 수직인 벽체 두께 방향을 y축으로, 지면에 수직 상방향을 z축으로 하는 (x, y, z) 좌표를 주변 사물과 영역에 부여하는 것일 수 있다.

[0055] 상기 제어부(300)의 먹매김 작업 영역(Rm) 설정은 도면 정보와 일회 스캔 대상 영역을 기준으로 일회의 상기 먹매김 제어가 수행되는 영역을 설정하는 것일 수 있다.

[0056] 상기 제어부(300)의 철근 인식은 스캔된 주변 사물의 좌표 중 연속되는 x 좌표를 포함하는 위치좌표를 추출하여 각각의 철근(10)의 (x, y, z) 좌표로 인식하는 것일 수 있다. 이때, 상기 철근(10)의 (x, y, z) 좌표는 상기 철근(10) 단면의 중심의 좌표일 수 있다. 그리고 전기 및 설비 배관 등의 지장물(40, 도 4 및 5 참조)들은 도면 정보의 철근 배치 기준선(20)과 철근 배치 간격 정보를 이용하여 제거된다.

[0057] 상기 제어부(300)의 상기 철근 피복 두께 산출은, 도면 정보의 철근 배치 기준선(20)과 먹선(10)의 y축 방향의 거리를 철근 피복 두께(Tc)로 산출하는 것일 수 있다.

[0058] 상기 제어부(300)의 먹매김 제어는, 철근 먹선 거리 측정, 철근 피복 두께 확보 판단, 철근 내측 오차 산출, 철근 피복 두께 허용 오차 판단, 철근 외측 오차 산출, 먹매김 보정 수행 판단, 먹매김 보정, 도면 먹매김 수행 판단, 철근 위치 보정 수행 보고, 도면 먹매김 수행 또는 철근 위치 오차 보정 수행 리포트 작성 중 하나 이상을 포함하여 수행될 수 있다.

[0059] 상기 제어부(300)의 철근 먹선 거리 측정은 상기 인식된 철근의 좌표와 도면 정보의 먹선에 최 근접된 y축 좌표와 먹선의 y 좌표의 거리를 철근 먹선 거리로 측정한다.

[0060] 구체적으로, 상기 제어부(300)는 상기 측위부(200)를 제어하여 철근(10)의 수직 방향(z축 방향) 상의 임의의 두 점(D1, D2)의 (x, y, z) 좌표를 측정하여 철근의 z축에 대한 기울기를 산출하고, z 축이 0인 지점(D3)의 (x, y, z) 좌표를 산출하며, 먹선의 좌표(D4, y축 방향의 먹선 위치) 중 y 좌표와 철근의 y 좌표 값의 최소점(D3) 간의 거리를 철근 먹선 거리(Tr)로 산출하는 것일 수 있다(도 6 참조)

[0061] 상기 제어부(300)의 철근 피복 두께 확보 판단은 각각의 철근(10)에 대하여 산출된 철근 먹선 거리(Tr)를 철근 피복 두께(Tc)와 비교하여 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께(Tc)보다 큰 경우 철근 피복 두께(Tc)가 확보된 것으로 판단하는 것일 수 있다.

[0062] 상기 제어부(300)의 철근 내측 오차 산출은, 상기 철근 피복 두께 확보 단단 결과 철근 피복 두께가 확보된 것으로 판단된 경우, 철근 배치 기준선(20)으로부터 벽체 내측에 위치하는 철근(10)의 좌표 값을 철근 내측 오차로 산출하는 것일 수 있다.

[0063] 상기 제어부(300)의 철근 피복 두께 허용 오차 판단은, 상기 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께(Tc)보다 작아 철근 피복 두께가 확보되지 않은 것으로 판단된 경우, 철근 피복 두께(Tc)에서 철근 먹선 거리(Tr)를 뺀 값인 Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차(예, 10㎜)와 비교하여, Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차보다 작은 경우, 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위 내인 것으로 판단하고, Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차보다 큰 경우, 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위를 벗어난 것으로 판단하는 것일 수 있다.

[0064] 상기 제어부(300)의 철근 외측 오차 산출은 상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 결과 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위 내인 것으로 판단된 경우, 철근 배치 기준선(20)으로부터 벽체 외측 방향으로 위치하는 철근(10)의 좌표 값을 철근 외측 오차로 산출하는 것일 수 있다.

[0065] 상기 제어부(300)의 먹매김 보정 수행 판단은 상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 결과 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위를 벗어난 것으로 판단된 경우, 철근 먹선 거리(Tr)에 벽체 두께(Tw)에 허용 오차(예 3%)를 곱한 벽체 허용 오차를 더한 값(Tr+Tw*허용 오차(예: 3%))이 먹매김 보정 수행 판단 기준인 철근 피복 두께(Tc)에서 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차(예, 10㎜)를 뺀 값(Tc-벽체 철근 먹선 거리 허용 오차)보다 작은 경우, 먹매김 보정을 수행하도록 판단하는 것일 수 있다.

[0066] 상기 제어부(300)의 먹매김 보정은 상기 먹매김 보정 수행 판단 결과 먹매김 보정이 필요한 경우, 철근 피복 두께(Tc)에서 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차(예, 10㎜)를 뺀 값(Tc-벽체 철근 먹선 거리 허용 오차)의 범위 내에서 철근 먹선 거리 확보를 위한 먹선의 위치를 보정하는 먹매김 보정을 수행하는 것일 수 있다.

[0067] 상기 제어부(300)의 도면 먹매김 수행 판단은 상기 먹매김 보정 수행 판단 결과 먹매김 보정을 수행하지 않도록 판단된 경우, 철근 먹선 거리(Tr)가 도면 먹매김을 수행할 수 없는 먹매김 미수행 기준 값(예, 15㎜)보다 작은 경우 도면 먹매김 미수행으로 판단하는 것일 수 있다.

[0068] 상기 제어부(300)의 철근 위치 보정 수행 보고는 상기 도면 먹매김 수행 판단 결과 도면 먹매김을 수행하지 않도록 판단된 경우, 도면의 먹매김을 수행함이 없이 철근 오차 보정을 위해 철근 위치 보정 수행 신호를 출력하는 것일 수 있다.

[0069] 상기 제어부(300)의 도면 먹매김 수행은 상기 먹매김 보정이 수행된 후 또는 상기 도면 먹매김 수행 판단 결과 도면 먹매김을 수행하도록 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 상기 먹매김부(400)를 제어하여 상기 먹매김 보정이 반영된 도면 정보 또는 먹매김 보정이 수행되지 않은 도면 정보에 따라 도면 먹매김을 수행하는 것일 수 있다.

[0070] 상기 제어부(300)의 철근 위치 오차 보정 수행 리포트 작성은 산출된 철근 내측 오차, 철근 내측 오차 또는 철근 위치 보정 수행 신호 중 하나 이상의 데이터를 포함하는 철근 위치 오차 보정 수행 리포트를 작성하여 출력하는 것일 수 있다.

[0071] 도 2는 본 발명의 일 실시예의 먹매김 로봇을 이용한 철근 위치 오차 보정, 먹매김 보정 또는 먹매김 중 하나 이상 방법의 처리과정을 나타내는 순서도이다.

[0072] 도 2와 같이, 본 발명의 일 실시예의 먹매김 로봇을 이용한 철근 위치 오차 보정 및 먹매김 보정을 기능을 가지

는 먹매김 방법은, 도면 정보를 저장하는 저장부(100), 측위부(200), 제어부(300), 먹매김부(400)(도는 먹매김부(400)와 구동부(500))를 포함하는 먹매김 로봇(1)에 의한 철근 위치 오차 보정 및 먹매김 보정 기능을 가지는 먹매김 제어 방법에 있어서, 상기 측위부(200)를 이용하여 주변 영역에 대한 스캔을 수행하고, 스캔된 스캔 정보 중 상기 주변 사물과 영역에 대한 좌표 부여와 먹매김 작업 영역을 설정하는 스캔 및 먹매김 작업 영역 설정 단계(S100), 스캔된 주변 사물의 좌표 중 연속되는 x 좌표를 포함하는 위치좌표를 추출하여 각각의 철근(10)의 (x, y, z) 좌표로 인식하는 철근 인식 단계(S200), 상기 도면 정보 중 철근 배치 기준선(20)과 먹선(10) 사이의 거리를 철근 피복 두께로 산출하는 철근 피복 두께 산출 단계(S300), 상기 도면 정보, 스캔정보 또는 철근 피복 두께 중 하나 이상을 이용하여 상기 철근 위치 오차 보정, 먹매김 보정 또는 먹매김 중 하나 이상을 포함하는 먹매김 제어를 수행하는 먹매김 제어 단계(S400) 및 먹매김 종료 판단 단계(S500)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0073] 도 3은 본 발명의 실시예의 먹매김 방법에 따른 철근 위치 오차 보정, 먹매김 보정 또는 먹매김 중 하나 이상 작업이 수행되는 영역으로서 콘크리트가 타설된 슬라브 상부를 나타내는 도면이고, 도 4는 먹매김 작업 영역 설정 과정을 나타내는 도면이다.

[0074] 도 3 및 도 4와 같이, 본 발명의 실시예의 먹매김 방법의 적용을 위해서는 먹매김 영역에서의 철근의 인식 및 먹매김 작업 영역의 설정이 필요하다.

[0075] 따라서 도 2의 상기 스캔 및 먹매김 작업 영역 설정 단계(S100)는 상기 제어부(300)의 제어에 따라 상기 측위부(200)가 먹매김 로봇(1)이 먹매김 수행을 위해 이동하는 이동 지점 구역을 스캔하여 먹매김 작업 영역(Rm)을 설정할 수 있도록 하는 스캔 단계(S110) 및 먹매김 작업 영역 설정 단계(S120)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0076] 상기 스캔 단계(S110)는 측위부(200)가 라이다(Lidar), 레이더(Rader), 초음파, 근적외선, 이동통신망의 기지국 등을 이용하는 국지 측위 시스템 등을 이용하여 상기 먹매김 로봇(1)의 주변 사물(철근 등)의 위치를 좌표화하도록 구성될 수 있다.

[0077] 그리고 상기 먹매김 작업 영역 설정 단계(S120)는 상기 제어부(300)가 저장된 도면 정보를 기준으로 먹매김 로봇(1)이 주위의 영역을 스캔하고, 먹매김 작업 수행을 위한 먹매김 작업 영역(Rm)을 설정하도록 구성될 수 있다.

[0078] 이 과정에서, 상기 제어부(300)는 스캔된 주변 영역과 사물들에 먹매김 작업 진행 방향(Dw)을 x축으로, 먹매김 작업 진행 방향(Dw)에 수직인 벽체 두께 방향을 y축으로, 지면에 수직 상방향을 z축으로 하는 (x, y, z) 좌표를 부여하고, 단위 먹매김 방법 적용 영역인 먹매김 작업 영역(Rm)을 설정하는 제어를 수행한다. 상기 먹매김 작업 영역(Rm)의 설정은 데이터의 양을 줄이기 위해 연산에 사용될 공간 구역을 제한한다.

[0079] 도 5는 철근 인식 단계(S200)를 나타내는 도면이다.

[0080] 도 2 및 도 5를 참조하면, 상기 철근 인식 단계(S200)는 상기 제어부(300)가 상기 측위부(200)에서 스캔에 의해 생성된 상기 먹매김 작업 영역(Rm)에 포함되는 주변 사물의 좌표 중 연속되는 x 좌표를 포함하는 (x, y, z) 좌표를 각각의 철근(10)의 좌표로 설정하는 것에 의해 철근을 인식한다. 이때, 초기 z 좌표는 측위부(200)의 높이일 수 있다.

[0081] 도 2의 상기 철근 피복 두께 산출 단계(S300)는, 상기 제어부(300)가 상기 도면 정보로부터 먹선과 철근 배치 기준선(20) 사이의 거리를 산출하여 철근 피복 두께로 설정하도록 구성된다.

[0082] 다시 도 2를 참조하여 상기 철근 위치 오차 보정, 먹매김 보정 또는 먹매김 중 하나 이상을 포함하는 먹매김 제어를 수행하는 먹매김 제어 단계(S400)를 설명한다.

[0083] 상기 먹매김 제어 단계(S400)는 상기 제어부(300)가 상기 도면 정보의 철근 배치 기준선(20)의 y 좌표와 먹선의 y 좌표 사이의 거리인 철근 피복 두께(Tc)와 부착물을 고려한 실 배치된 철근과 먹선 사이의 거리인 철근 먹선 거리(Tr)를 비교하여 철근 위치 오차 보정, 먹매김 보정 또는 먹매김 중 하나 이상을 포함하는 먹매김 제어를 수행하도록 구성될 수 있다.

[0084] 도 7은 상기 먹매김 제어 단계(S400)의 상세 처리과정을 나타내는 도면이다.

[0085] 도 7과 같이, 상기 먹매김 제어 단계(S400)는, 철근 먹선 거리 측정 단계(S410), 철근 피복 두께 확보 판단 단계(S420), 철근 내측 오차 산출 단계(S425), 철근 피복 두께 허용 오차 판단 단계(S430), 철근 외측 오차 산출 단계(S435), 먹매김 보정 수행 판단 단계(S440), 먹매김 보정 수행 단계(S445), 도면에 따라 먹매김을 수행하는 도면 먹매김 수행 판단 단계(S450), 철근 위치 보정 수행 보고 단계(S453), 도면 먹매김 수행 단계(S460), 철근

위치 오차 보정 수행 리포트 작성 단계(S470)를 포함하여 구성될 수 있다.

[0086] 도 6은 철근 먹선 거리 측정 단계(S410)를 나타내는 철근(10)과 먹매김 로봇(1)의 측면도(a) 및 평면도(b)이다.

[0087] 도 6을 참조하면, 상기 철근 먹선 거리 측정 단계(S410)는 상기 철근 인식 단계(S200)에서 인식된 각각의 철근에 대하여, 상기 측위부(200)가 철근(10)의 수직 방향(z축 방향) 상의 임의의 두 점(D1, D2)의 (x, y, z) 좌표를 측정하여 철근의 z축에 대한 기울기를 산출하고, z 축이 0인 지점(D3)의 (x, y, z) 좌표를 산출하며, 먹선의 좌표(D4, y축 방향의 먹선 위치) 중 y 좌표와 철근의 y 좌표 값의 최소점(D3) 간의 거리를 철근 먹선 거리(Tr)로 산출하도록 구성될 수 있다.

[0088] 상기 철근 피복 두께 확보 판단 단계(S420)는 상기 제어부(300)가 각각의 철근(10)에 대하여 산출된 철근 먹선 거리(Tr)를 철근 피복 두께(Tc)와 비교하여 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께(Tc)보다 큰 경우 철근 피복 두께(Tc)가 확보된 것으로 판단하고, 그 외의 경우에는 철근 피복 두께(Tc)가 확보되지 않은 것으로 판단하도록 구성될 수 있다.

[0089] 상기 철근 내측 오차 산출 단계(S425)는 상기 철근 피복 두께 확보 판단 단계(S420)에서 철근 피복 두께(Tc)가 확보된 것으로 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 배치 기준선(20)으로부터 벽체 내측에 위치하는 철근(10)의 좌표 값을 철근 내측 오차로 산출하도록 구성될 수 있다.

[0090] 상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 단계(S430)는 상기 철근 피복 두께 확보 판단 단계(S420)에서 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께(Tc) 보다 작아 철근 피복 두께가 확보되지 않은 것으로 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 피복 두께(Tc)에서 철근 먹선 거리(Tr)를 뺀 값인 Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차(예, 10㎜)와 비교하여, Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차보다 작은 경우, 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위 내인 것으로 판단하고, Tc-Tr이 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차보다 큰 경우, 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위를 벗어난 것으로 판단하도록 구성될 수 있다.

[0091] 상기 철근 외측 오차 산출 단계(S435)는 상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 단계(S430)에서 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위 내인 것으로 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 배치 기준선(20)으로부터 벽체 외측 방향으로 위치하는 철근(10)의 좌표 값을 철근 외측 오차로 산출하도록 구성될 수 있다.

[0092] 상기 먹매김 보정 수행 판단 단계(S440)는 상기 철근 피복 두께 허용 오차 판단 단계(S430)에서 철근 먹선 거리(Tr)가 철근 피복 두께 허용 오차 범위를 벗어난 것으로 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 먹선 거리(Tr)에 벽체 두께(Tw)에 허용 오차(예 3%)를 곱한 벽체 허용 오차를 더한 값인 Tr+Tw*허용 오차(예: 3%)가 먹매김 보정 수행 판단 기준인 철근 피복 두께(Tc)에서 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차(예, 10㎜)를 뺀 값(Tc-벽체 철근 먹선 거리 허용 오차)보다 작은 경우, 먹매김 보정을 수행하도록 판단하고, 큰 경우에는 다음 단계를 수행하도록 구성될 수 있다.

[0093] 상기 먹매김 보정 수행 단계(S445)는 상기 먹매김 보정 수행 판단 단계(S440)의 판단 결과 먹매김 보정을 수행하도록 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 피복 두께(Tc)에서 벽체 철근 먹선 거리 허용 오차(예, 10㎜)를 뺀 값(Tc-벽체 철근 먹선 거리 허용 오차)의 범위 내에서 철근 먹선 거리 확보를 위한 먹선의 위치를 보정하는 먹매김 보정을 수행하도록 구성될 수 있다.

[0094] 상기 도면 먹매김 수행 판단 단계(S450)는 상기 먹매김 보정 수행 판단 단계(S440)의 판단 결과 먹매김 보정을 수행하지 않도록 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 철근 먹선 거리(Tr)가 도면 먹매김을 수행할 수 없는 먹매김 미수행 기준 값(예, 15㎜)보다 작은 경우 도면 먹매김 미수행으로 판단하도록 구성될 수 있다.

[0095] 상기 철근 위치 보정 수행 보고 단계(S453)는 상기 도면 먹매김 수행 판단 단계(S450)의 판단 결과 도면 먹매김을 수행하지 않도록 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 도면의 먹매김을 수행함이 없이 철근 오차 보정을 위해 철근 위치 보정 수행 신호를 출력하도록 구성될 수 있다.

[0096] 상기 도면 먹매김 수행 단계(S460)는 상기 먹매김 보정 수행 단계(S445)의 수행에 의해 먹매김 보정이 수행된 후 또는 상기 도면 먹매김 수행 판단 단계(S450)의 판단 결과 도면 먹매김을 수행하도록 판단된 경우, 상기 제어부(300)가 상기 먹매김부(400)를 제어하여 상기 먹매김 보정이 반영된 도면 정보 또는 먹매김 보정이 수행되지 않은 도면 정보에 따라 도면 먹매김을 수행하도록 구성될 수 있다.

[0097] 상기 철근 위치 오차 보정 수행 리포트 작성 단계(S470)는 상기 제어부(300)가 상기 철근 내측 오차 산출 단계(S425)에서 산출된 철근 내측 오차, 상기 철근 외측 오차 산출 단계(S435)에서 산출된 철근 외측 오차 또는 상기 철근 위치 보정 수행 보고 단계(S453)에서 출력된 철근 위치 보정 수행 신호 중 하나 이상의 데이터를 포함

하는 철근 위치 오차 보정 수행 리포트를 작성하도록 구성될 수 있다.

[0098] 상기 철근 위치 오차 보정 수행 리포트에 포함되는 상기 철근 위치 보정은 천공 후 연결 철근 시공, 파취 후 완만한 절곡 및 부분벽 벽체 두께 증가 철근 위치 보정 중 하나 이상의 철근 위치 오차 보정을 포함한다.

[0099] 다시 도 2를 참조하여 설명하면, 상기 먹매김 종료 판단 단계(S500)는 상기 제어부(300)가 도면 정보를 참조하여 본 발명의 먹매김 방법에 따른 철근 위치 오차 보정, 먹매김 보정 또는 먹매김 중 하나 이상을 포함하는 먹매김 작업의 수행 종료 여부를 판단한다. 상기 판단 결과 먹매김 작업이 종료되지 않은 경우, 스캔 및 먹매김 작업 영역 설정 단계(S100)로 복귀하여 처리과정을 반복 수행한다.

[0100] 이와 달리, 상기 제어부(300)가 도면 정보를 참조하여 상기 먹매김 작업이 종료된 것으로 판단한 경우에는 처리과정을 종료하게 된다.

[0101] 또한, 본 발명의 다른 실시예는 상술한 도 2 내지 도 7의 먹매김 방법을 컴퓨터로 읽어들여 실행되는 코드로서 저장하는 기록매체를 제공한다.

[0102] 상기에서 설명한 본 발명의 기술적 사상은 바람직한 실시예에서 구체적으로 기술되었으나, 상기 실시 예는 그 설명을 위한 것이며 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다. 또한, 본 발명의 기술적 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 기술적 사상의 범위 내에서 다양한 실시예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0103] 1, 1': 먹매김로봇

10: 철근

11: 이탈 철근

20: 철근 배치 기준 선

30: 먹선

40: 지장물(전기 및 설비 배관 등)

D1. D2: 철근 상의 임의의 두 점의 위치

D3: y축 방향 배근 위치

D4: y축 방향 먹선 위치

Dw: 먹매김 작업 진행 방향

Rm: 먹매김 작업 영역

Tr: 철근-먹선 거리: 도면 정보의 철근 배치 기준선(20)의 y 좌표와 먹선(30)의 y좌표 사이의 거리

Tc: 철근 피복 두께: 철근(10)의 z=0인 위치에서의 y 좌표와 상기 도면 정보의 먹선(30) 사이의 거리

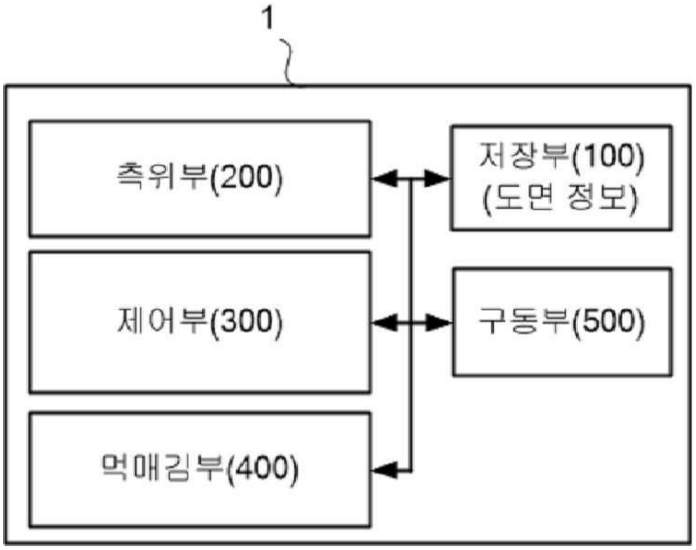
Tw: 벽체 두께

x축: 작업 진행 방향(Dw)

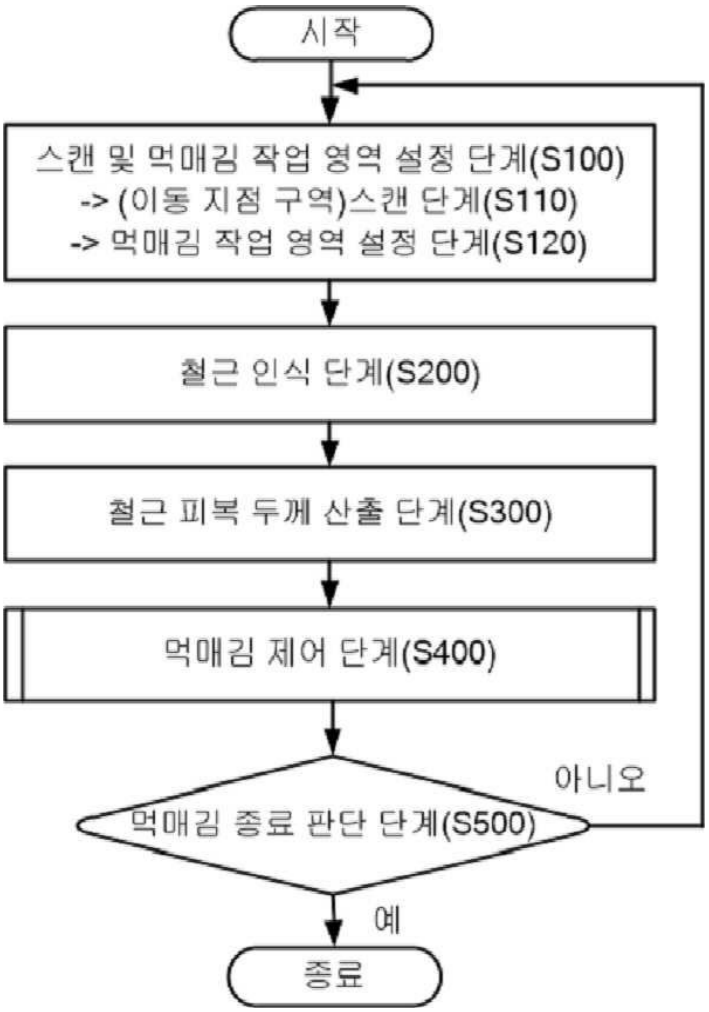
y축: 벽체 두께 방향(Tw)

도면

도면1


1
측위부(200)
저장부(100)
(도면 정보)
제어부(300)
구동부(500)
먹매김부(400)

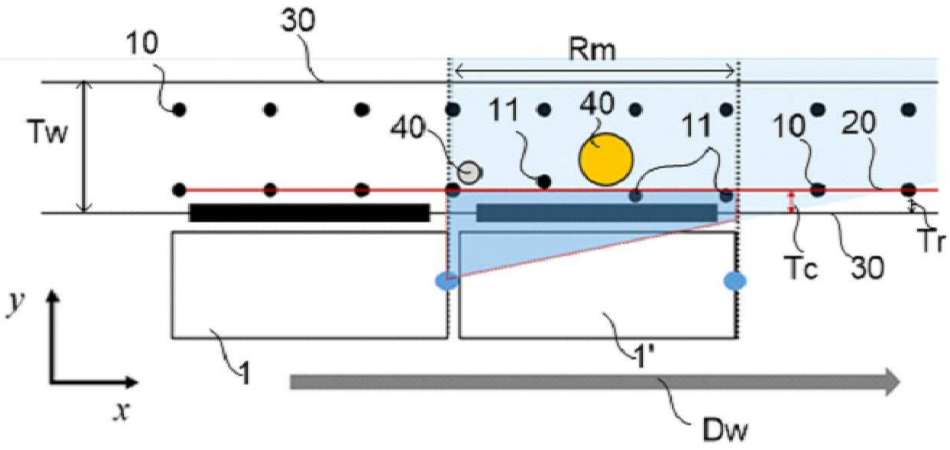
도면2


시작
스캔 및 먹매김 작업 영역 설정 단계(S100)
-> (이동 지점 구역)스캔 단계(S110)
-> 먹매김 작업 영역 설정 단계(S120)
철근 인식 단계(S200)
철근 피복 두께 산출 단계(S300)
먹매김 제어 단계(S400)
먹매김 종료 판단 단계(S500)
아니오
예
종료

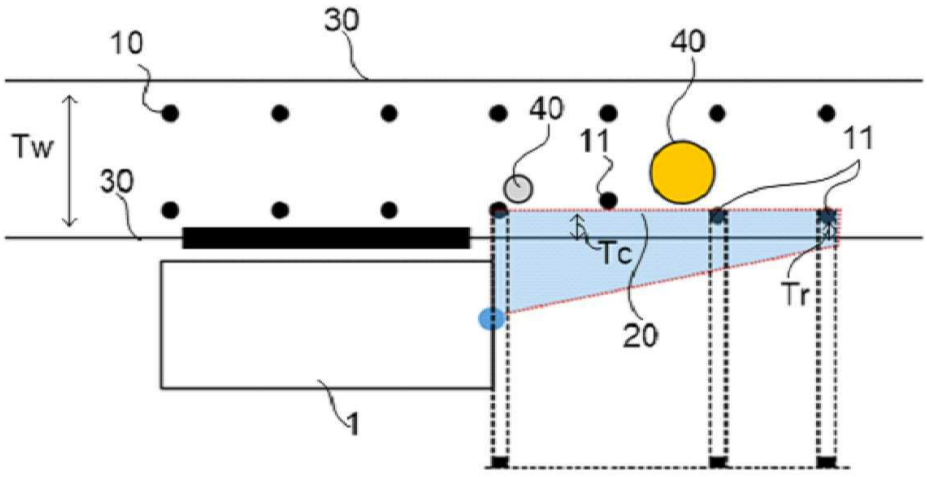
도면3

먹선
철근
• 콘크리트 부착
• 기울어짐
피복두께

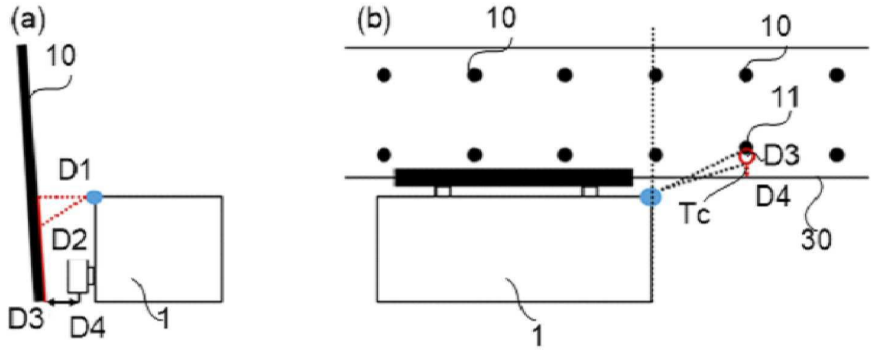
도면4


10
30
Rm
Tw
40
11
40
11
10
20
Tc
30
Tr
y
x
1
1'
Dw

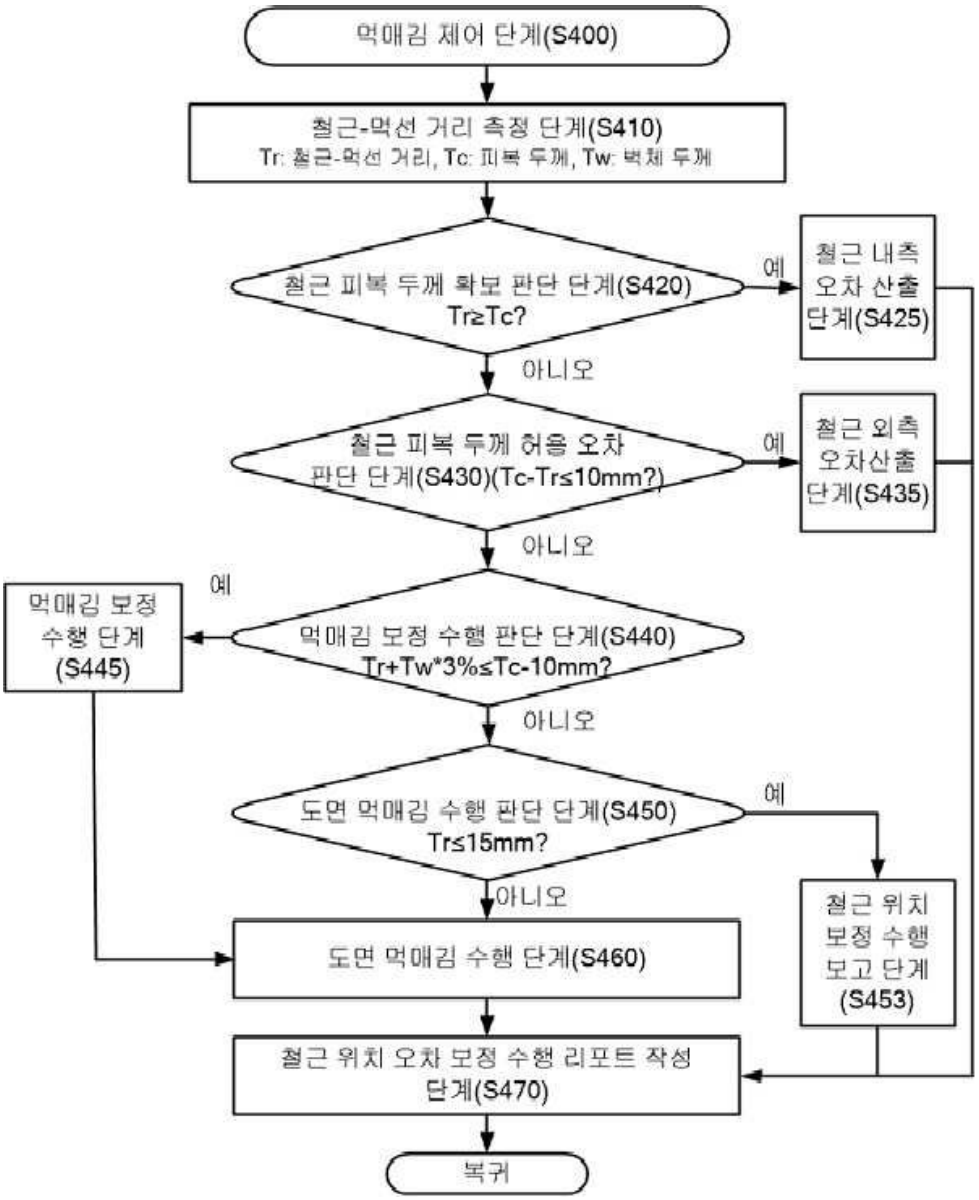
도면5


10
30
40
Tw
40
11
11
30
Tc
Tr
20
1

도면6


(a)
10
D1
D2
D3
D4
1
(b)
10
10
11
D3
D4
Tc
30
1

도면7


먹매김 제어 단계(S400)
철근-먹선 거리 측정 단계(S410)
Tr: 철근-먹선 거리, Tc: 피복 두께, Tw: 벽체 두께
철근 피복 두께 확보 판단 단계(S420)
Tr≥Tc?
예
철근 내측 오차 산출 단계(S425)
아니오
철근 피복 두께 허용 오차 판단 단계(S430)(Tc-Tr≤10mm?)
예
철근 외측 오차산출 단계(S435)
아니오
먹매김 보정 수행 단계 (S445)
예
먹매김 보정 수행 판단 단계(S440)
Tr+Tw*3%≤Tc-10mm?
아니오
도면 먹매김 수행 판단 단계(S450)
Tr≤15mm?
예
아니오
철근 위치 보정 수행 보고 단계 (S453)
도면 먹매김 수행 단계(S460)
철근 위치 오차 보정 수행 리포트 작성 단계(S470)
복귀