



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0093092
(43) 공개일자 2017년08월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/08 (2012.01) E04G 21/00 (2006.01)
G06Q 10/06 (2012.01)
- (52) CPC특허분류
G06Q 50/08 (2013.01)
E04G 21/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0097183(분할)
(22) 출원일자 2017년07월31일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2015-0150823
원출원일자 2015년10월29일
심사청구일자 2015년10월29일
- (30) 우선권주장
JP-P-2015-092395 2015년04월28일 일본(JP)

- (71) 출원인
가부시킴가이사 코마쓰 세이사쿠쇼
일본 도쿄도 미나토구 아가사카 2-3-6
- (72) 발명자
시케 지카시
일본 도쿄도 미나토구 아가사카 2-3-6 가부시킴가
이사 코마쓰 세이사쿠쇼 나이
- (74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 15 항

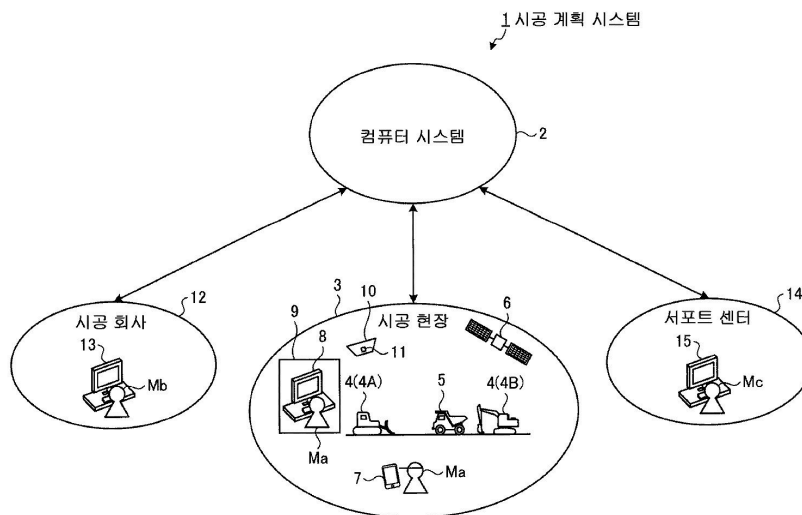
(54) 발명의 명칭 시공 계획 시스템

(57) 요약

(과제) 시공 현장의 생산성의 향상을 도모할 수 있는 시공 계획 시스템을 제공한다.

(해결 수단) 시공 계획 시스템은, 시공 현장의 현황 지형을 나타내는 현황 지형 데이터를 취득하는 현황 지형 데이터 취득부와, 시공 현장의 설계 지형을 나타내는 설계 지형 데이터를 취득하는 설계 지형 데이터 취득부와, 시공 현장을 시공하는 작업 기계의 조건을 나타내는 원 단위 데이터를 취득하는 원 단위 데이터 취득부와, 현황 지형 데이터와 설계 지형 데이터와 원 단위 데이터에 기초하여, 시공 현장의 시공 계획을 나타내는 시공 계획 데이터를 산출하는 시공 계획 데이터 산출부와, 시공 계획 데이터를 출력하는 시공 계획 데이터 출력부를 구비한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G06Q 10/06 (2013.01)

G06Q 10/0631 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

시공 현장의 현황 지형을 나타내는 현황 지형 데이터를 취득하는 현황 지형 데이터 취득부와,
 상기 시공 현장의 설계 지형을 나타내는 설계 지형 데이터를 취득하는 설계 지형 데이터 취득부와,
 상기 시공 현장을 시공하는 작업 기계의 조건을 나타내는 원 단위 데이터를 취득하는 원 단위 데이터 취득부와,
 상기 현황 지형 데이터와 상기 설계 지형 데이터와 상기 원 단위 데이터에 기초하여, 상기 시공 현장의 시공 계획을 나타내는 시공 계획 데이터를 산출하는 시공 계획 데이터 산출부와,
 상기 시공 계획 데이터를 출력하는 시공 계획 데이터 출력부를 구비하고,
 상기 시공 계획 데이터 산출부는, 상기 현황 지형 데이터와 상기 설계 지형 데이터를 대조하여, 상기 시공 현장의 시공 범위를 나타내는 시공 범위 데이터 및 상기 시공 범위에 있어서의 토사의 굴삭량 또는 보전량을 나타내는 토량 데이터를 산출하고, 상기 시공 범위 데이터 및 상기 토량 데이터와 상기 원 단위 데이터에 기초하여, 상기 시공 계획 데이터를 산출하는 시공 계획 시스템.

청구항 2

시공 현장의 현황 지형을 나타내는 현황 지형 데이터를 취득하는 현황 지형 데이터 취득부와,
 상기 시공 현장의 설계 지형을 나타내는 설계 지형 데이터를 취득하는 설계 지형 데이터 취득부와,
 상기 시공 현장을 시공하는 작업 기계의 조건을 나타내는 원 단위 데이터를 취득하는 원 단위 데이터 취득부와,
 상기 현황 지형 데이터와 상기 설계 지형 데이터와 상기 원 단위 데이터에 기초하여, 상기 시공 현장의 시공 계획을 나타내는 시공 계획 데이터를 산출하는 시공 계획 데이터 산출부와,
 상기 시공 계획 데이터를 출력하는 시공 계획 데이터 출력부를 구비하고,
 상기 작업 기계의 조건은, 상기 작업 기계의 종류, 상기 작업 기계의 대수, 및 상기 작업 기계의 차격의 적어도 하나를 포함하는 시공 계획 시스템.

청구항 3

시공 현장의 현황 지형을 나타내는 현황 지형 데이터를 취득하는 현황 지형 데이터 취득부와,
 상기 시공 현장의 설계 지형을 나타내는 설계 지형 데이터를 취득하는 설계 지형 데이터 취득부와,
 상기 시공 현장을 시공하는 작업 기계의 조건을 나타내는 원 단위 데이터를 취득하는 원 단위 데이터 취득부와,
 상기 현황 지형 데이터와 상기 설계 지형 데이터와 상기 원 단위 데이터에 기초하여, 상기 시공 현장의 시공 계획을 나타내는 시공 계획 데이터를 산출하는 시공 계획 데이터 산출부와,
 상기 시공 계획 데이터를 출력하는 시공 계획 데이터 출력부를 구비하고,
 상기 작업 기계의 조건은, 단위 시간당 실시 가능한 상기 작업 기계의 작업량을 포함하는 시공 계획 시스템.

청구항 4

시공 현장의 현황 지형을 나타내는 현황 지형 데이터를 취득하는 현황 지형 데이터 취득부와,
 상기 시공 현장의 설계 지형을 나타내는 설계 지형 데이터를 취득하는 설계 지형 데이터 취득부와,
 상기 시공 현장을 시공하는 작업 기계의 조건을 나타내는 원 단위 데이터를 취득하는 원 단위 데이터 취득부와,
 상기 현황 지형 데이터와 상기 설계 지형 데이터와 상기 원 단위 데이터에 기초하여, 상기 시공 현장의 시공 계획을 나타내는 시공 계획 데이터를 산출하는 시공 계획 데이터 산출부와,

상기 시공 계획 데이터를 출력하는 시공 계획 데이터 출력부를 구비하고,

상기 시공 계획 데이터는, 상기 시공 현장에서 사용하는 상기 작업 기계의 종류 및 대수를 나타내는 작업 기계 데이터, 및 상기 작업 기계를 사용한 상기 시공의 공정표를 나타내는 공정표 데이터를 포함하는 시공 계획 시스템.

청구항 5

시공 현장의 현황 지형을 나타내는 현황 지형 데이터를 취득하는 현황 지형 데이터 취득부와,

상기 시공 현장의 설계 지형을 나타내는 설계 지형 데이터를 취득하는 설계 지형 데이터 취득부와,

상기 시공 현장을 시공하는 작업 기계의 조건을 나타내는 원 단위 데이터를 취득하는 원 단위 데이터 취득부와,

상기 현황 지형 데이터와 상기 설계 지형 데이터와 상기 원 단위 데이터에 기초하여, 상기 시공 현장의 시공 계획을 나타내는 시공 계획 데이터를 산출하는 시공 계획 데이터 산출부와,

상기 시공 계획 데이터를 출력하는 시공 계획 데이터 출력부와,

상기 시공 현장의 변동 요인을 나타내는 변동 요인 데이터를 취득하는 변동 요인 데이터 취득부를 구비하고,

상기 시공 계획 데이터 산출부는, 상기 변동 요인 데이터에 기초하여, 상기 시공 계획 데이터를 산출하고,

상기 변동 요인 데이터는, 상기 시공 현장의 토사의 종류 및 상태를 나타내는 토질 데이터를 포함하는 시공 계획 시스템.

청구항 6

시공 현장의 현황 지형을 나타내는 현황 지형 데이터를 취득하는 현황 지형 데이터 취득부와,

상기 시공 현장의 설계 지형을 나타내는 설계 지형 데이터를 취득하는 설계 지형 데이터 취득부와,

상기 시공 현장을 시공하는 작업 기계의 조건을 나타내는 원 단위 데이터를 취득하는 원 단위 데이터 취득부와,

상기 현황 지형 데이터와 상기 설계 지형 데이터와 상기 원 단위 데이터에 기초하여, 상기 시공 현장의 시공 계획을 나타내는 시공 계획 데이터를 산출하는 시공 계획 데이터 산출부와,

상기 시공 계획 데이터를 출력하는 시공 계획 데이터 출력부와,

상기 시공 현장의 시공 실적을 나타내는 시공 실적 데이터를 취득하는 시공 실적 데이터 취득부를 구비하고,

상기 시공 계획 데이터 산출부는, 상기 시공 실적 데이터에 기초하여, 상기 시공 계획 데이터를 재산출하는 시공 계획 시스템.

청구항 7

시공 현장의 현황 지형을 나타내는 현황 지형 데이터를 취득하는 현황 지형 데이터 취득부와,

상기 시공 현장의 설계 지형을 나타내는 설계 지형 데이터를 취득하는 설계 지형 데이터 취득부와,

상기 시공 현장을 시공하는 작업 기계의 조건을 나타내는 원 단위 데이터를 취득하는 원 단위 데이터 취득부와,

상기 현황 지형 데이터와 상기 설계 지형 데이터와 상기 원 단위 데이터에 기초하여, 상기 시공 현장의 시공 계획을 나타내는 시공 계획 데이터를 산출하는 시공 계획 데이터 산출부와,

상기 시공 계획 데이터를 출력하는 시공 계획 데이터 출력부와,

상기 시공의 우선 항목을 나타내는 모드 데이터를 취득하는 모드 데이터 취득부를 구비하고,

상기 시공 계획 데이터 산출부는, 상기 모드 데이터에 기초하여, 상기 시공 계획 데이터를 산출하고,

상기 모드 데이터는, 시공 기간을 우선하는 공사 기간 우선 모드 데이터, 및 시공 비용을 우선하는 비용 우선 모드 데이터를 포함하는 시공 계획 시스템.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 시공 계획 데이터를 출력 가능한 출력 장치를 구비하고,
상기 시공 계획 데이터 출력부는, 상기 시공 계획 데이터를 상기 출력 장치에 송신하는 시공 계획 시스템.

청구항 9

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 시공 계획 데이터를 출력 가능한 출력 장치를 구비하고,
상기 시공 계획 데이터 출력부는, 상기 시공 계획 데이터를 상기 출력 장치에 송신하고,
상기 출력 장치는, 상기 현황 지형 데이터 및 상기 설계 지형 데이터를 3 차원 표시하는 시공 계획 시스템.

청구항 10

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 현황 지형을 비접촉으로 검출하는 제 1 검출 장치를 구비하고,
상기 현황 지형 데이터 취득부는, 상기 현황 지형 데이터를 상기 제 1 검출 장치로부터 취득하는 시공 계획 시스템.

청구항 11

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 현황 지형을 비접촉으로 검출하는 제 1 검출 장치를 구비하고,
상기 현황 지형 데이터 취득부는, 상기 현황 지형 데이터를 상기 제 1 검출 장치로부터 취득하고,
상기 제 1 검출 장치는, 비행체에 설치된 카메라를 포함하는 시공 계획 시스템.

청구항 12

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 작업 기계는, 상기 현황 지형에 접촉하는 날끝과, 상기 날끝의 절대 위치에 기초하여 상기 현황 지형을 검출하는 제 2 검출 장치를 갖고,
상기 현황 지형 데이터 취득부는, 상기 현황 지형 데이터를 상기 작업 기계로부터 취득하는 시공 계획 시스템.

청구항 13

제 4 항에 있어서,
상기 공정표 데이터는, 상기 시공의 작업 순서를 나타내는 플로 데이터, 상기 시공의 작업마다의 작업 시간을 나타내는 작업 시간 데이터, 및 상기 시공이 완료될 때까지의 기간을 나타내는 공사 기간 데이터의 적어도 하나를 포함하는 시공 계획 시스템.

청구항 14

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 시공 현장의 시공 조건을 나타내는 시공 조건 데이터를 취득하는 시공 조건 데이터 취득부를 구비하고,
상기 시공 계획 데이터 산출부는, 상기 시공 조건 데이터에 기초하여, 상기 시공 계획 데이터를 산출하는 시공 계획 시스템.

청구항 15

비행체에 설치된 카메라를 포함하여 시공 현장의 현황 지형을 비접촉으로 검출하는 검출 장치와,
상기 현황 지형을 나타내는 현황 지형 데이터를 상기 검출 장치로부터 취득하는 현황 지형 데이터 취득부와,

상기 시공 현장의 설계 지형을 나타내는 설계 지형 데이터를 취득하는 설계 지형 데이터 취득부와,
 상기 시공 현장을 시공하는 작업 기계의 조건을 나타내는 원 단위 데이터를 취득하는 원 단위 데이터 취득부와,
 상기 현황 지형 데이터와 상기 설계 지형 데이터와 상기 원 단위 데이터에 기초하여, 상기 시공 현장의 시공 계획을 나타내는 시공 계획 데이터를 산출하는 시공 계획 데이터 산출부와,
 상기 시공 계획 데이터를 출력하는 시공 계획 데이터 출력부와,
 상기 시공 계획 데이터 출력부로부터 송신된 상기 시공 계획 데이터를 출력 가능하고, 상기 현황 지형 데이터 및 상기 설계 지형 데이터를 3 차원 표시 가능한 출력 장치를 구비하고,
 상기 시공 계획 데이터 산출부는, 상기 현황 지형 데이터와 상기 설계 지형 데이터를 대조하여, 상기 시공 현장의 시공 범위를 나타내는 시공 범위 데이터 및 상기 시공 범위에 있어서의 토사의 굴삭량 또는 보전량을 나타내는 토량 데이터를 산출하고, 상기 시공 범위 데이터 및 상기 토량 데이터와 상기 원 단위 데이터에 기초하여, 상기 시공 계획 데이터를 산출하는 시공 계획 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 시공 계획 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 시공 현장의 시공 계획이 컴퓨터 시스템에 의해 실시되는 경우가 있다 (특허문헌 1 참조). 또, 최근, 건설 공사에 있어서 정보화 시공의 도입이 진행되고 있다. 정보화 시공이란, 건설 공사의 조사, 설계, 시공, 감독, 검사, 및 유지 관리를 포함하는 건설 생산 공정 중 「시공」에 주목하여, ICT (Information and Communication Technology) 의 활용에 의해 각 공정으로부터 얻어지는 전자 정보를 활용하여 고효율 및 고정밀한 시공을 실현하고, 또한 시공에서 얻어지는 전자 정보를 다른 공정에 활용함으로써, 건설 생산 공정 전체에 있어서의 생산성 향상 및 품질 확보를 도모하는 것을 목적으로 한 시스템이다. 정보화 시공을 가능하게 하는 기기를 탑재한 건설 기계에 의하면, 자동적으로 작업기의 움직임을 제어하여, 원하는 지형으로 시공하는 것이 가능하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 평09-177321호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 시공 현장의 작업자의 고령화 및 건설 업계에 대한 젊은층의 취업 경원 등에 의해, 건설 업계에 있어서의 노동력 부족이 예상되고 있다. 최적의 시공 솔루션 서비스를 제공할 수 있다면, 시공 현장의 생산성을 향상시킬 수 있어, 건설 업계가 안고 있는 노동력 부족의 문제를 해결할 수 있다.

[0005] 본 발명의 양태는, 시공 현장의 생산성의 향상을 도모할 수 있는 시공 계획 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 제 1 양태에 따르면, 시공 현장의 현황 지형을 나타내는 현황 지형 데이터를 취득하는 현황 지형 데이터 취득부와, 시공 현장의 설계 지형을 나타내는 설계 지형 데이터를 취득하는 설계 지형 데이터 취득부와, 시공 현장을 시공하는 작업 기계의 조건을 나타내는 원 (原) 단위 데이터를 취득하는 원 단위 데이터 취득부와, 현황 지형 데이터와 설계 지형 데이터와 원 단위 데이터에 기초하여, 시공 현장의 시공 계획을 나타내는 시공

계획 데이터를 산출하는 시공 계획 데이터 산출부와, 시공 계획 데이터를 출력하는 시공 계획 데이터 출력부를 구비하는 시공 계획 시스템이 제공된다.

[0007] 본 발명의 제 2 양태에 따르면, 비행체에 설치된 카메라를 포함하여 시공 현장의 현황 지형을 비접촉으로 검출하는 검출 장치와, 현황 지형을 나타내는 현황 지형 데이터를 검출 장치로부터 취득하는 현황 지형 데이터 취득부와, 시공 현장의 설계 지형을 나타내는 설계 지형 데이터를 취득하는 설계 지형 데이터 취득부와, 시공 현장을 시공하는 작업 기계의 조건을 나타내는 원 단위 데이터를 취득하는 원 단위 데이터 취득부와, 현황 지형 데이터와 설계 지형 데이터와 원 단위 데이터에 기초하여, 시공 현장의 시공 계획을 나타내는 시공 계획 데이터를 산출하는 시공 계획 데이터 산출부와, 시공 계획 데이터를 출력하는 시공 계획 데이터 출력부와, 시공 계획 데이터 출력부로부터 송신된 시공 계획 데이터를 출력 가능하고, 현황 지형 데이터 및 설계 지형 데이터를 3 차원 표시 가능한 출력 장치를 구비하는 시공 계획 시스템이 제공된다.

발명의 효과

[0008] 본 발명의 양태에 의하면, 시공 현장의 생산성의 향상을 도모할 수 있는 시공 계획 시스템이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1 은, 본 실시형태에 관련된 시공 계획 시스템을 모식적으로 나타내는 도면이다.
 도 2 는, 본 실시형태에 관련된 불도저를 모식적으로 나타내는 도면이다.
 도 3 은, 본 실시형태에 관련된 유압 셔블을 모식적으로 나타내는 도면이다.
 도 4 는, 본 실시형태에 관련된 유압 셔블을 모식적으로 나타내는 도면이다.
 도 5 는, 본 실시형태에 관련된 정보화 시공을 모식적으로 나타내는 도면이다.
 도 6 은, 본 실시형태에 관련된 정보화 시공을 모식적으로 나타내는 도면이다.
 도 7 은, 본 실시형태에 관련된 불도저에 형성된 출력 장치를 모식적으로 나타내는 도면이다.
 도 8 은, 본 실시형태에 관련된 유압 셔블에 형성된 출력 장치를 모식적으로 나타내는 도면이다.
 도 9 는, 본 실시형태에 관련된 드론을 모식적으로 나타내는 도면이다.
 도 10 은, 본 실시형태에 관련된 시공 계획 시스템의 하드웨어 구성을 나타내는 도면이다.
 도 11 은, 본 실시형태에 관련된 시공 계획 시스템을 나타내는 기능 블록도이다.
 도 12 는, 본 실시형태에 관련된 시공 계획 방법을 나타내는 플로 차트이다.
 도 13 은, 본 실시형태에 관련된 출력 장치의 출력예를 나타내는 도면이다.
 도 14 는, 본 실시형태에 관련된 출력 장치의 출력예를 나타내는 도면이다.
 도 15 는, 본 실시형태에 관련된 출력 장치의 출력예를 나타내는 도면이다.
 도 16 은, 본 실시형태에 관련된 출력 장치의 출력예를 나타내는 도면이다.
 도 17 은, 본 실시형태에 관련된 출력 장치의 출력예를 나타내는 도면이다.
 도 18 은, 본 실시형태에 관련된 출력 장치의 출력예를 나타내는 도면이다.
 도 19 는, 본 실시형태에 관련된 출력 장치의 출력예를 나타내는 도면이다.
 도 20 은, 본 실시형태에 관련된 출력 장치의 출력예를 나타내는 도면이다.
 도 21 은, 본 실시형태에 관련된 출력 장치의 출력예를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하, 본 발명에 관련된 실시형태에 대해 도면을 참조하면서 설명하지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않는다. 이하에서 설명하는 각 실시형태의 구성 요소는 적절히 조합할 수 있다. 또, 일부의 구성 요소를 이용하지 않는 경우도 있다.

- [0011] [시공 계획 시스템의 개요]
- [0012] 도 1 은, 본 실시형태에 관련된 시공 계획 시스템 (1) 을 모식적으로 나타내는 도면이다. 시공 계획 시스템 (1) 은, 컴퓨터 시스템 (2) 을 포함하고, 토목의 시공 현장 (3) 의 시공 계획 및 시공 관리를 실시한다. 시공 현장 (3) 에 있어서, 작업 기계가 작동한다. 작업 기계는, 예를 들어, 시공 현장 (3) 을 굴삭하거나 정지 (整地) 하거나 하는 것이 가능한 건설 기계 (4) 와, 토사를 운반 가능한 운반 차량 (5) 을 포함한다.
- [0013] 본 실시형태에 있어서, 건설 기계 (4) 는, 예를 들어, 정보화 시공을 실시 가능한 ICT (Information and Communication Technology) 건설 기계이다. 건설 기계 (4) 는, 작업 부재를 갖는 불도저 (4A) 와 유압 셔블 (4B) 을 포함한다. 작업 부재란, 날끝을 갖고, 시공 현장 (3) 의 현황 지형을 굴삭하거나 정지하거나 하는 것이 가능한 부재를 말한다. 본 실시형태에 있어서, 작업 부재는, 불도저 (4A) 에 형성된 블레이드 및 유압 셔블 (4B) 에 형성된 버킷이다. 시공 현장 (3) 에 있어서, 불도저 (4A) 는, 토사의 굴삭, 압토, 성토, 및 정지를 실시한다. 유압 셔블 (4B) 은, 토사의 굴삭, 절토, 성토, 및 정지를 실시한다.
- [0014] 운반 차량 (5) 은, 베셀을 갖는 덤프 트럭을 포함한다. 유압 셔블 (4B) 에 의해, 운반 차량 (5) 에 토사가 적입된다. 운반 차량 (5) 은, 예를 들어, 시공 현장 (3) 으로부터 시공 현장 (3) 밖으로 토사를 운반하고, 시공 현장 (3) 의 밖으로부터 시공 현장 (3) 으로 토사를 운반한다.
- [0015] 또, 시공 현장 (3) 에 있어서, 작업자 (Ma) 가 작업을 실시한다. 작업자 (Ma) 는, 휴대 단말 (7) 을 소지한다. 휴대 단말 (7) 은, 스마트 폰 또는 태블릿형 퍼스널 컴퓨터와 같은 휴대형 컴퓨터를 포함한다. 또, 시공 현장 (3) 에는, 현장 사무소 (9) 가 설치된다. 퍼스널 컴퓨터와 같은 정보 단말 (8) 이 현장 사무소 (9) 에 설치된다. 작업자 (Ma) 는, 휴대 단말 (7) 또는 정보 단말 (8) 을 사용하여 작업을 실시한다. 또한, 작업자 (Ma) 는, 건설 기계 (4) 의 오퍼레이터 및 시공 현장 (3) 에서 보조 작업 등을 실시하는 작업원을 포함한다.
- [0016] 또, 시공 현장 (3) 에 있어서, 시공 현장 (3) 의 현황 지형을 검출하기 위한 드론 (10) 이 작동된다. 드론 (10) 은, 무인으로 비행하는 비행체로, 무선에 의해 원격 조작되는 비행체, 및 자동적으로 부상하여 미리 설정된 비행 루트에 따라 비행하여 소정의 위치에 강하하는 비행체를 포함한다. 드론 (10) 은, 카메라 (11) 를 갖는다. 드론 (10) 은, 카메라 (11) 를 탑재한 상태에서, 시공 현장 (3) 의 상공을 비행한다. 카메라 (11) 는, 시공 현장 (3) 의 현황 지형을 비접촉으로 검출 가능한 제 1 검출 장치이다. 드론 (10) 에 형성된 카메라 (11) 는, 시공 현장 (3) 을 공중에서 촬영하여, 현황 지형을 비접촉으로 검출한다.
- [0017] 컴퓨터 시스템 (2) 은, 시공 회사 (12) 와 데이터 통신 가능하다. 시공 회사 (12) 에 있어서, 시공 현장 (3) 의 설계 지형이 작성된다. 설계 지형은, 시공 현장 (3) 에 있어서의 지면의 목표 형상이다. 퍼스널 컴퓨터와 같은 정보 단말 (13) 이 시공 회사 (12) 에 설치된다. 시공 회사 (12) 의 작업자 (Mb) 는, 정보 단말 (13) 을 사용하여, 2 차원 또는 3 차원의 설계 지형 데이터를 작성한다.
- [0018] 또, 시공 계획 시스템 (1) 은, 시공 현장 (3) 을 서포트하는 서포트 센터 (14) 를 갖는다. 컴퓨터 시스템 (2) 은, 서포트 센터 (14) 와 데이터 통신 가능하다. 또한, 컴퓨터 시스템 (2) 을 서포트 센터 (14) 에 장착하여, 후술하는 컴퓨터 시스템 (2) 에서 실행되는 처리가 서포트 센터 (14) 에서 실행되도록 한다. 서포트 센터 (14) 는, 시공 현장 (3) 으로부터 요망된 설계 지형의 변경 또는 3 차원 화상 데이터의 생성 등을 실행한다. 퍼스널 컴퓨터와 같은 정보 단말 (15) 이 서포트 센터 (14) 에 설치된다. 서포트 센터 (14) 의 작업자 (Mc) 는, 정보 단말 (15) 을 사용하여 작업을 실시한다.
- [0019] [건설 기계]
- [0020] 다음으로, 건설 기계 (4) 에 대해 설명한다. GPS 위성 (6) 을 포함하는 GPS (Global Positioning System : 전지구 측위 시스템) 에 의해, 글로벌 좌표계 (XgYgZg 좌표계) 에 있어서의 건설 기계 (4) 의 차량 본체의 위치를 나타내는 절대 위치가 검출된다. 건설 기계 (4) 에 형성된 검출 장치에 의해, 로컬 좌표계 (XYZ 좌표계) 에 있어서의 건설 기계 (4) 의 차량 본체에 대한 작업 부재의 날끝의 위치를 나타내는 상대 위치가 검출된다. 차량 본체의 절대 위치와, 차량 본체와 작업 부재의 날끝의 상대 위치에 기초하여, 작업 부재의 날끝의 절대 위치가 산출된다.
- [0021] 도 2 는, 불도저 (4A) 를 모식적으로 나타내는 도면이다. 불도저 (4A) 는, 차량 차체 (400A) 와, 차량 본체 (400A) 의 절대 위치를 검출하는 GPS 수신기 (406A) 와, 차량 본체 (400A) 에 대한 블레이드 (440A) 의 날끝 (440Ap) 의 상대 위치를 검출하는 검출 장치 (420A) 와, 블레이드 (440A) 의 날끝 (440Ap) 의 위치를 제어하는

블레이드 제어 장치 (401A) 를 갖는다.

- [0022] 또, 불도저 (4A) 는, 유압 실린더인 리프트 실린더 (411A) 와, 리프트 실린더 (411A) 의 작동량을 검출하는 리프트 실린더 센서 (421A) 와, 블레이드 (440A) 를 지지하는 리프트 프레임 (430A) 과, 차량 본체 (400A) 를 지지하는 주행 장치 (450A) 를 갖는다.
- [0023] 차량 본체 (400A) 는, 운전자가 착석하는 운전석이 형성된 운전실을 갖는다. 운전실에는, 각종 조작 장치 및 화상 데이터를 표시하는 출력 장치 (404A) 가 배치된다.
- [0024] 주행 장치 (450A) 는, 크롤러를 갖는다. 리프트 프레임 (430A) 은, 차폭 방향으로 평행한 축선 (Ya) 을 중심으로 상하 방향으로 동작 가능하게 차량 본체 (400A) 에 지지된다. 블레이드 (440A) 는, 리프트 프레임 (430A) 을 통하여 차량 본체 (400A) 에 지지된다. 리프트 실린더 (411A) 는, 차량 본체 (400A) 와 리프트 프레임 (430A) 을 연결하도록 형성된다. 리프트 실린더 (411A) 는, 리프트 프레임 (430A) 을 이동시켜, 블레이드 (440A) 를 상하 방향으로 이동시킨다. 날끝 (440Ap) 은, 블레이드 (440A) 의 하단부에 배치된다. 정지 작업 및 굴삭 작업에 있어서, 날끝 (440Ap) 이 시공 현장 (3) 의 지면에 접촉한다.
- [0025] GPS 수신기 (406A) 는, 차량 본체 (400A) 에 형성된다. 차량 본체 (400A) 에 GPS 용 안테나가 형성된다. GPS 용 안테나는, GPS 위성 (6) 으로부터 수신된 전파에 대응하는 신호를 GPS 수신기 (406A) 에 출력한다. GPS 수신기 (406A) 는, 차량의 절대 위치를 나타내는 절대 위치 데이터를 취득한다. GPS 수신기 (406A) 가 차량의 절대 위치를 취득함으로써, 차량 본체 (400A) 의 절대 위치를 나타내는 절대 위치 데이터가 취득된다.
- [0026] 검출 장치 (420A) 는, 리프트 실린더 센서 (421A) 를 포함한다. 리프트 실린더 센서 (421A) 는, 리프트 실린더 (411A) 의 스트로크 길이를 나타내는 리프트 실린더 길이 데이터 (La) 를 검출한다. 블레이드 제어 장치 (401A) 는, 리프트 실린더 길이 데이터 (La) 에 기초하여, 블레이드 (440A) 의 리프트각 (Θa) 을 산출한다. 리프트각 (Θa) 은, 블레이드 (440A) 의 원점 위치로부터의 하강 각도, 즉, 날끝 (440Ap) 의 지중 (地中) 으로의 관입 깊이 또는 지상으로부터의 높이에 대응한다. 도 2 에 있어서, 리프트 프레임 (430A) 및 블레이드 (440A) 의 원점 위치가 2 점 쇄선으로 나타나 있다. 리프트 프레임 (430A) 및 블레이드 (440A) 가 원점 위치에 위치하는 경우, 블레이드 (440A) 의 날끝 (440Ap) 은 지면에 접촉한다. 블레이드 (440A) 를 원점 위치로부터 하강시킨 상태에서 불도저 (4A) 가 전진함으로써, 불도저 (4A) 에 의한 정지 작업 및 굴삭 작업이 실시된다.
- [0027] 또, 도시되지 않지만, 불도저 (4A) 는, 블레이드 (440A) 를 회전 방향 (앵글 방향) 으로 이동 가능한 앵글 실린더와, 블레이드 (440A) 를 회전 방향 (틸트 방향) 으로 이동 가능한 틸트 실린더와, 앵글 실린더의 스트로크 길이를 나타내는 앵글 실린더 길이 데이터를 검출하는 앵글 실린더 센서와, 틸트 실린더의 스트로크 길이를 나타내는 틸트 실린더 길이 데이터를 검출하는 틸트 실린더 센서를 가져도 된다.
- [0028] 검출 장치 (420A) 는, 리프트 실린더 센서 (421A) 에 더하여, 앵글 실린더 센서 및 틸트 실린더 센서도 포함한다. 리프트 실린더 센서 (421A) 에 의해 검출된 리프트 실린더 길이 데이터, 앵글 실린더 센서에 의해 검출된 앵글 실린더 길이 데이터, 및 틸트 실린더 센서에 의해 검출된 틸트 실린더 길이 데이터는, 블레이드 제어 장치 (401A) 에 출력된다. 블레이드 제어 장치 (401A) 는, 리프트 실린더 길이 데이터, 앵글 실린더 길이 데이터, 및 틸트 실린더 길이 데이터에 기초하여, 차량 본체 (400A) 에 대한 블레이드 (440A) 의 날끝 (440Ap) 의 상대 위치를 산출한다. 블레이드 제어 장치 (401A) 는, 산출한 차량 본체 (400A) 에 대한 블레이드 (440A) 의 날끝 (440Ap) 의 상대 위치와, GPS 수신기 (406A) 에서 취득된 차량 본체 (400A) 의 절대 위치에 기초하여, 블레이드 (440A) 의 날끝 (440Ap) 의 절대 위치를 산출한다.
- [0029] 도 3 및 도 4 는, 유압 서블 (4B) 을 모식적으로 나타내는 도면이다. 유압 서블 (4B) 은, 차량 차체 (400B) 와, 차량 본체 (400B) 의 절대 위치를 검출하는 GPS 수신기 (406B) 와, 차량 본체 (400B) 에 대한 버킷 (440B) 의 날끝 (440Bp) 의 상대 위치를 검출하는 검출 장치 (420B) 와, 버킷 (440B) 의 날끝 (440Bp) 의 위치를 제어하는 버킷 제어 장치 (401B) 를 갖는다.
- [0030] 또, 유압 서블 (4B) 은, 붐 핀 (433B) 을 개재하여 차량 본체 (400B) 에 접속되는 붐 (431B) 과, 아암 핀 (434B) 을 개재하여 붐 (431B) 에 접속되는 아암 (432B) 을 갖는다. 버킷 (440B) 은, 버킷 핀 (435B) 을 개재하여 아암 (432B) 에 접속된다.
- [0031] 또, 유압 서블 (4B) 은, 붐 (431B) 을 구동하는 붐 실린더 (411B) 와, 아암 (432B) 을 구동하는 아암 실린더 (412B) 와, 버킷 (440B) 을 구동하는 버킷 실린더 (413B) 와, 붐 실린더 (411B) 의 작동량을 검출하는 붐 실린

더 스트로크 센서 (421B) 와, 아암 실린더 (412B) 의 작동량을 검출하는 아암 실린더 스트로크 센서 (422B) 와, 버킷 실린더 (413B) 의 작동량을 검출하는 버킷 실린더 스트로크 센서 (423B) 를 갖는다. 붐 실린더 (411B), 아암 실린더 (412B), 및 버킷 실린더 (413B) 는 유압 실린더이다.

[0032] 또, 유압 셔블 (4B) 은, 차량 본체 (400B) 를 지지하는 주행 장치 (450B) 와, IMU (Inertial Measurement Unit) (460B) 를 갖는다. 차량 본체 (400B) 는, 주행 장치 (450B) 에 지지된다. 차량 본체 (400B) 는, 선회축 (AX) 을 중심으로 선회 가능한 상부 선회체이다. 또한, 도 3 및 도 4 에 나타내는 점 (P2) 은, 선회축 (AX) 상의 점으로서, 로컬 좌표계 (XYZ 좌표계) 의 원점을 나타낸다.

[0033] 차량 본체 (400B) 는, 운전자가 착석하는 운전석이 형성된 운전실을 갖는다. 운전실에는, 각종 조작 장치 및 화상 데이터를 표시하는 출력 장치 (404B) 가 배치된다.

[0034] 주행 장치 (450B) 는 크롤러를 갖는다. 날끝 (440Bp) 은, 버킷 (440B) 의 선단부에 배치된다. 정지 작업 및 굴삭 작업에 있어서, 날끝 (440Bp) 이 시공 현장 (3) 의 지면에 접촉한다.

[0035] GPS 수신기 (406B) 는, 차량 본체 (400B) 에 형성된다. 차량 본체 (400B) 에 GPS 용 안테나가 형성된다. GPS 용 안테나는, GPS 위성 (6) 으로부터 수신된 전파에 대응하는 신호를 GPS 수신기 (406B) 에 출력한다. GPS 수신기 (406B) 는, 자차의 절대 위치를 나타내는 절대 위치 데이터를 취득한다. GPS 수신기 (406B) 가 자차의 절대 위치를 취득함으로써, 차량 본체 (400B) 의 절대 위치를 나타내는 절대 위치 데이터가 취득된다.

[0036] 검출 장치 (420B) 는, 붐 실린더 스트로크 센서 (421B), 아암 실린더 스트로크 센서 (422B), 및 버킷 실린더 스트로크 센서 (423B) 를 포함한다. 붐 실린더 스트로크 센서 (421B) 는, 붐 실린더 (411B) 의 스트로크 길이를 나타내는 붐 실린더 길이 데이터를 검출한다. 아암 실린더 스트로크 센서 (422B) 는, 아암 실린더 (412B) 의 스트로크 길이를 나타내는 아암 실린더 길이 데이터를 검출한다. 버킷 실린더 스트로크 센서 (423B) 는, 버킷 실린더 (413B) 의 스트로크 길이를 나타내는 버킷 실린더 길이 데이터를 검출한다.

[0037] 버킷 제어 장치 (401B) 는, 붐 실린더 길이 데이터에 기초하여, 차량 본체 (400B) 의 수직 방향에 대한 붐 (431B) 의 경사각 (θ_1) 을 산출한다. 버킷 제어 장치 (401B) 는, 아암 실린더 길이 데이터에 기초하여, 붐 (431B) 에 대한 아암 (432B) 의 경사각 (θ_2) 을 산출한다. 버킷 제어 장치 (401B) 는, 버킷 실린더 길이 데이터에 기초하여, 아암 (432B) 에 대한 버킷 (440B) 의 날끝 (440Bp) 의 경사각 (θ_3) 을 산출한다. 버킷 제어 장치 (401B) 는, 경사각 (θ_1), 경사각 (θ_2), 경사각 (θ_3), 붐 (431B) 의 길이 (L1), 아암 (432B) 의 길이 (L2), 및 버킷 (440B) 의 길이 (L3) 에 기초하여, 차량 본체 (400B) 에 대한 버킷 (440B) 의 날끝 (440Bp) 의 상대 위치를 산출한다. 또한, 붐 (431B) 의 길이 (L1) 는, 붐 핀 (433B) 과 아암 핀 (434B) 의 거리이다. 아암 (432B) 의 길이 (L2) 는, 아암 핀 (434B) 과 버킷 핀 (435B) 의 거리이다. 버킷 (440) 의 길이 (L3) 은, 버킷 핀 (435B) 과 버킷 (440B) 의 날끝 (440Bp) 의 거리이다.

[0038] IMU (460B) 는, 차량 본체 (400B) 에 형성된다. IMU (460B) 는, 차량 본체 (400B) 의 좌우 방향에 대한 경사각 (θ_4) 과 차량 본체 (400B) 의 전후 방향에 대한 경사각 (θ_5) 을 검출한다.

[0039] 버킷 제어 장치 (401B) 는, 산출한 차량 본체 (400B) 에 대한 버킷 (440B) 의 날끝 (440Bp) 의 상대 위치와, GPS 수신기 (406B) 및 IMU (460B) 에서 취득된 차량 본체 (400B) 의 절대 위치에 기초하여, 버킷 (440B) 의 날끝 (440Bp) 의 절대 위치를 산출한다.

[0040] 건설 기계 (4) 는, 시공 현장 (3) 의 지면의 현재의 지형을 나타내는 현황 지형 데이터를 취득할 수 있다. 도 5 는, 불도저 (4A) 가 현황 지형 데이터를 취득하고 있는 상태를 나타내는 모식도이고, 도 6 은, 유압 셔블 (4B) 이 현황 지형 데이터를 취득하고 있는 상태를 나타내는 모식도이다. 도 5 에 나타내는 바와 같이, 시공 현장 (3) 의 지면의 현재의 지형에 메시가 설정된다. 불도저 (4A) 는, 날끝 (440Ap) 의 절대 위치 (Xg 축 방향의 위치, Yg 축 방향의 위치, 및 Zg 축 방향의 위치) 를 검출 가능하다. 불도저 (4A) 는, 메시의 교점을 나타내는 메시점에 날끝 (440Ap) 을 접촉시킴으로써, 복수의 메시점 각각의 위치 데이터를 취득할 수 있다. 마찬가지로, 도 6 에 나타내는 바와 같이, 유압 셔블 (4B) 은, 메시의 교점을 나타내는 메시점에 날끝 (440Bp) 을 접촉시킴으로써, 복수의 메시점 각각의 위치 데이터를 취득할 수 있다. 복수의 메시점의 위치 데이터, 즉 날끝 (440p) (날끝 (440Ap), 날끝 (440Bp)) 의 궤적이 취득됨으로써, 시공 현장 (3) 의 현황 지형 데이터가 취득된다. 또한, 불도저 (4A) 또는 유압 셔블 (4B) 이, 주행 장치 (450 (450A, 450B)) 에 포함되는 캐터필러를 구동시켜 주행했을 경우, 차체의 치수 정보와 GPS 수신기 (406 (406A, 406B)) 에 의한 자차의 절대 위치를 나타내는 절대 위치 데이터에 기초하여, 주행 중에 캐터필러가 지면과 접촉한 위치의 궤적 (캐

터필러의 주행 궤적)을 구하고, 캐터필러의 주행 궤적을 시공 현장 (3)의 현황 지형 데이터로서 취득해도 된다.

[0041] 도 7은, 불도저 (4A)의 운전실에 형성되어 있는 출력 장치 (404A)의 일례를 나타내는 도면이고, 도 8은, 유압 셔블 (4B)의 운전실에 형성되어 있는 출력 장치 (404B)의 일례를 나타내는 도면이다. 도 7 및 도 8에 나타내는 바와 같이, 건설 기계 (4)(불도저 (4A), 유압 셔블 (4B))의 출력 장치 (404)(출력 장치 (404A), 출력 장치 (404B))는, 화상 데이터를 표시 가능한 표시 장치를 포함한다. 설계 지형 데이터 및 건설 기계 (4)가 출력 장치 (404)에 표시된다. 건설 기계 (4)의 운전자는, 출력 장치 (404)에 표시되는 화상 데이터를 보면서, 정지 작업 또는 굴삭 작업을 실시할 수 있다.

[0042] 이와 같이, 건설 기계 (4)(불도저 (4A), 유압 셔블 (4B))의 차량 본체 (400)(차량 본체 (400A), 차량 본체 (400B))의 절대 위치가, 차량 본체 (400)에 탑재된 GPS 수신기 (406(406A, 406B)) 및 GPS 위성 (6)을 포함하는 GPS에 의해 검출된다. 또, 건설 기계 (4)는, 차량 본체 (400)에 대한 작업 부재 (440)(블레이드 (440A), 버킷 (440B))의 날끝 (440p)(날끝 (440Ap), 날끝 (440Bp))의 상대 위치를 검출 가능한 검출 장치 (420)(검출 장치 (420A), 검출 장치 (420B))를 갖는다. 건설 기계 (4)는, 차량 본체 (400)의 절대 위치와, 차량 본체 (400)에 대한 작업 부재 (440)의 상대 위치에 기초하여, 작업 부재 (440)의 절대 위치를 구할 수 있다. 건설 기계 (4)는, 컴퓨터 시스템 (2)과 데이터 통신 가능하다. 설계 지형 데이터는, 컴퓨터 시스템 (2)으로부터 건설 기계 (4)에 송신된다. 건설 기계 (4)는, 굴삭 대상의 목표 형상인 설계 지형 데이터에 기초하여, 작업 부재 (440)의 날끝 (440p)이 설계 지형을 따라 이동하도록, 작업 부재 (440)를 제어한다.

[0043] 또, 건설 기계 (4)는, 날끝 (440p)을 사용하여, 시공 현장 (3)의 현황 지형 데이터를 취득할 수 있다. 또, 건설 기계 (4)는, 작업 중인 작업 부재 (440)의 날끝 (440p)의 절대 위치에 기초하여, 시공 실적 데이터를 취득할 수 있다. 건설 기계 (4)에 의해 취득된 현황 지형 데이터 또는 시공 실적 데이터는, 컴퓨터 시스템 (2)에 송신된다.

[0044] [드론]

[0045] 도 9는, 드론 (10)을 모식적으로 나타내는 도면이다. 드론 (10)은, 프로펠러 (10P)를 갖는 무인 헬리콥터로, 시공 현장 (3)의 상공을 비행 가능한 무인 항공기이다. 드론 (10)에 의해, 시공 현장 (3)의 측량이 실시된다. 드론 (10)은, 프레임 부재 (10F)와, 프레임 부재 (10F)에 지지된 카메라 (11)와, 프레임 부재 (10F)에 형성된 프로펠러 (10P)를 갖는다. 프로펠러 (10P)가 회전함으로써, 드론 (10)은 비행한다. 드론 (10)의 카메라 (11)는, 시공 현장 (3)의 현황 지형을 공중에서 촬영하여 화상 데이터를, 후술하는 기억 장치 (102)에 기억시킨다. 그 후, 화상 데이터는, 무선 또는 유선에 의해, 기억 장치 (102)로부터, 예를 들어, 지상의 컴퓨터에 다운로드된다. 컴퓨터에 다운로드된 화상 데이터는, 컴퓨터에 장착된 변환 소프트웨어에 의해 시공 현장 (3)의 3차원 현황 지형 데이터로 변환된다. 이로써, 3차원 현황 지형 데이터가 취득된다. 또한, 드론 (10)의 기억 장치 (102)에 변환 소프트웨어를 기억시켜, 드론 (10)이 갖는 프로세서 (101)에 의해 3차원 현황 지형 데이터가 생성되어도 된다.

[0046] [하드웨어 구성]

[0047] 도 10은, 시공 계획 시스템 (1)의 하드웨어 구성을 나타내는 도면이다. 컴퓨터 시스템 (2)은, CPU (Central Processing Unit)와 같은 프로세서 (201)와, ROM (Read Only Memory) 또는 RAM (Random Access Memory)과 같은 내부 메모리 및 하드 디스크 장치와 같은 외부 메모리를 포함하는 기억 장치 (202)와, 키보드, 마우스, 및 터치 패널과 같은 입력 디바이스를 포함하는 입력 장치 (203)와, 플랫 패널 디스플레이 장치와 같은 표시 장치 및 잉크젯 프린터와 같은 인쇄 장치를 포함하는 출력 장치 (204)와, 유선 통신 기기 또는 무선 통신 기기를 포함하는 입출력 인터페이스 회로 (205)를 갖는다.

[0048] 시공 회사 (12)에 설치되는 정보 단말 (13)은, 프로세서 (131)와, 기억 장치 (132)와, 입력 장치 (133)와, 출력 장치 (134)와, 유선 통신 기기 또는 무선 통신 기기를 포함하는 입출력 인터페이스 회로 (135)를 갖는다.

[0049] 시공 현장 (3)에서 가동하는 건설 기계 (4)는, 프로세서 (401)와, 기억 장치 (402)와, 입력 장치 (403)와, 출력 장치 (404)와, GPS 수신기 (406)와, 검출 장치 (420)와, 유선 통신 기기 또는 무선 통신 기기를 포함하는 입출력 인터페이스 회로 (405)를 갖는다.

[0050] 시공 현장 (3)에서 가동하는 드론 (10)은, 프로세서 (101)와, 기억 장치 (102)와, 카메라 (11)의 촬상 소

자 (106) 와, 유선 통신 기기 또는 무선 통신 기기를 포함하는 입출력 인터페이스 회로 (105) 를 갖는다.

- [0051] 시공 현장 (3) 에서 사용되는 휴대 단말 (7) 은, 프로세서 (701) 와, 기억 장치 (702) 와, 입력 장치 (703) 와, 출력 장치 (704) 와, 유선 통신 기기 또는 무선 통신 기기를 포함하는 입출력 인터페이스 회로 (705) 를 갖는다.
- [0052] 시공 현장 (3) 에 설치되는 정보 단말 (8) 은, 프로세서 (801) 와, 기억 장치 (802) 와, 입력 장치 (803) 와, 출력 장치 (804) 와, 유선 통신 기기 또는 무선 통신 기기를 포함하는 입출력 인터페이스 회로 (805) 를 갖는다.
- [0053] 서비스 센터 (14) 에 설치되는 정보 단말 (15) 은, 프로세서 (151) 와, 기억 장치 (152) 와, 입력 장치 (153) 와, 출력 장치 (154) 와, 유선 통신 기기 또는 무선 통신 기기를 포함하는 입출력 인터페이스 회로 (155) 를 갖는다.
- [0054] 컴퓨터 시스템 (2) 은, 시공 현장 (3) 의 건설 기계 (4), 운반 차량 (5), 휴대 단말 (7), 정보 단말 (8), 및 드론 (10) 과 데이터 통신 가능하다. 휴대 단말 (7) 및 정보 단말 (8) 은, 인터넷을 통하여, 컴퓨터 시스템 (2) 과 데이터 통신한다. 건설 기계 (4), 운반 차량 (5), 및 드론 (10) 은, 통신 위성 회선 또는 휴대 전화 회선을 통하여, 컴퓨터 시스템 (2) 과 무선으로 데이터 통신한다. 또한, 건설 기계 (4), 운반 차량 (5), 및 드론 (10) 은, Wi-Fi 와 같은 무선 LAN 등, 다른 통신 형태를 이용하여 컴퓨터 시스템 (2) 과 무선으로 데이터 통신해도 된다.
- [0055] 또, 컴퓨터 시스템 (2) 은, 시공 회사 (12) 의 정보 단말 (13) 과 인터넷을 통하여 데이터 통신한다. 컴퓨터 시스템 (2) 은, 서포트 센터 (14) 의 정보 단말 (15) 과 인터넷을 통하여 데이터 통신한다.
- [0056] [컴퓨터 시스템]
- [0057] 도 11 은, 시공 계획 시스템 (1) 을 나타내는 기능 블록도이다. 컴퓨터 시스템 (2) 은, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 와, 시공 실적 데이터 취득부 (21) 와, 현황 지형 데이터 취득부 (22) 와, 모드 데이터 취득부 (23) 와, 설계 지형 데이터 취득부 (24) 와, 원 단위 데이터 취득부 (25) 와, 시공 조건 데이터 취득부 (26) 와, 변동 요인 데이터 취득부 (27) 와, 시공 계획 데이터 출력부 (28) 와, 원격 제어부 (29) 를 갖는다.
- [0058] 또, 컴퓨터 시스템 (2) 은, 원 단위 데이터베이스 (31) 와, 시공 조건 데이터베이스 (32) 와, 변동 요인 데이터베이스 (33) 와, 결과 데이터베이스 (34) 를 갖는다.
- [0059] 프로세서 (201) 는, 시공 계획 데이터 산출부 (20), 시공 실적 데이터 취득부 (21), 현황 지형 데이터 취득부 (22), 모드 데이터 취득부 (23), 설계 지형 데이터 취득부 (24), 원 단위 데이터 취득부 (25), 시공 조건 데이터 취득부 (26), 변동 요인 데이터 취득부 (27), 시공 계획 데이터 출력부 (28), 및 원격 제어부 (29) 를 포함한다. 기억 장치 (202) 는, 원 단위 데이터베이스 (31), 시공 조건 데이터베이스 (32), 변동 요인 데이터베이스 (33), 및 결과 데이터베이스 (34) 를 포함한다.
- [0060] <현황 지형 데이터 취득부>
- [0061] 현황 지형 데이터 취득부 (22) 는, 시공 현장 (3) 의 현황 지형을 나타내는 현황 지형 데이터를 취득한다. 현황 지형 데이터는, 드론 (10) 에 형성된 카메라 (11) 에 의해 검출된다. 현황 지형 데이터 취득부 (22) 는, 현황 지형 데이터를 드론 (10) 의 카메라 (11) 로부터, 예를 들어 무선으로 취득한다.
- [0062] <설계 지형 데이터 취득부>
- [0063] 설계 지형 데이터 취득부 (24) 는, 시공 현장 (3) 의 설계 지형을 나타내는 설계 지형 데이터를 취득한다. 설계 지형은, 시공 회사 (12) 에 있어서 작성된다. 설계 지형 데이터 취득부 (24) 는, 설계 지형 데이터를 시공 회사 (12) 의 정보 단말 (13) 로부터 인터넷을 통하여 취득한다.
- [0064] <원 단위 데이터 취득부>
- [0065] 원 단위 데이터 취득부 (25) 는, 시공 현장 (3) 을 시공하는 작업 기계의 조건을 나타내는 원 단위 데이터를 취득한다. 원 단위 데이터는, 원 단위 데이터베이스 (31) 에 기억되어 있다. 원 단위 데이터 취득부 (25) 는, 원 단위 데이터를 원 단위 데이터베이스 (31) 로부터 취득한다.
- [0066] 원 단위 데이터의 작업 기계의 조건은, 시공 현장 (3) 에 대해 조달 가능한 작업 기계의 종류, 차격, 및 작업 기계의 대수의 적어도 하나를 포함한다. 또, 작업 기계의 조건은, 조달 가능한 작업 기계의 관리 상태를 포

함한다.

- [0067] 또, 원 단위 데이터의 작업 기계의 조건은, 단위 시간당 실시 가능한 작업 기계의 작업량을 포함한다. 단위 시간당 실시 가능한 작업 기계의 작업량이란, 작업 기계의 작업 능력을 나타내는 지표로, 단위 시간당 작업 기계가 운반할 수 있는 토사의 양을 말한다. 단위 시간당 실시 가능한 작업 기계의 작업량은, 건기 작업 원 단위라고도 불린다. 작업 기계가 불도저 (4A) 인 경우, 불도저 (4A) 의 작업량은, 단위 시간당 불도저 (4A) 가 실시 가능한 압토량 (누를 수 있는 토사의 양), 및 성토량 (쌓을 수 있는 토사의 양) 을 말한다. 작업 기계가 유압 셔블 (4B) 인 경우, 유압 셔블 (4B) 의 작업량은, 단위 시간당 유압 셔블 (4B) 이 실시 가능한 적입량 (운반 차량 (5) 에 적입할 수 있는 양), 절토량 (굴삭 가능한 양), 및 성토량 (쌓을 수 있는 토사의 양) 을 말한다. 작업 기계가 운반 차량 (5) 인 경우, 운반 차량 (5) 의 작업량은, 단위 시간당 운반 차량 (5) 이 운반 가능한 토사의 양을 말한다.
- [0068] 단위 시간당 실시 가능한 건설 기계 (4) 의 작업량은, 작업 부재 (440) 의 사이즈에 의존한다. 작업 부재 (440) 의 사이즈가 크면, 작업량은 많아지고, 작업 부재 (440) 의 사이즈가 작으면, 작업량은 적어진다. 따라서, 작업 기계 (4) 의 작업량은, 작업 부재 (440) 의 사이즈를 포함한다. 불도저 (4A) 의 작업량은, 블레이드 (440A) 의 사이즈를 포함하고, 유압 셔블 (4B) 의 작업량은, 버킷 (440B) 의 사이즈 (버킷 용량) 를 포함한다.
- [0069] 또, 원 단위 데이터는, 시공 현장 (3) 의 작업자 (Ma) 의 조건을 추가로 포함한다. 작업자 (Ma) 의 조건은, 시공 현장 (3) 에 대해 조달 가능한 작업자 (Ma) 의 인원 수를 포함한다. 또, 작업자의 조건은, 조달 가능한 작업자 (Ma) 의 기량을 포함한다.
- [0070] 즉, 원 단위 데이터는, 작업 기계의 조건 및 작업자의 조건과 같은, 시공에 필요한 리소스를 나타내는 데이터이다. 원 단위 데이터는, 시공 전에 취득 가능한 이미 알려진 데이터이고, 원 단위 데이터베이스 (31) 에 유지된다.
- [0071] <시공 조건 데이터 취득부>
- [0072] 시공 조건 데이터 취득부 (26) 는, 시공 현장 (3) 의 시공 조건을 나타내는 시공 조건 데이터를 취득한다. 시공 조건은, 시공 회사 (12) 에 있어서 설정된 사항을 포함한다. 시공 조건 데이터는, 시공 조건 데이터베이스 (32) 에 기억되어 있다. 시공 조건 데이터 취득부 (26) 는, 시공 조건 데이터를 시공 조건 데이터베이스 (32) 로부터 취득한다.
- [0073] 시공 조건 데이터는, 시공에 관련된 예산, 공사 기간, 작업 내용, 작업 순서, 작업 시간, 및 현장 환경의 적어도 하나를 포함한다. 현장 환경은, 시공 현장 (3) 의 지형, 및 시공 현장 (3) 의 크기의 적어도 하나를 포함한다. 시공 조건 데이터는, 시공 전에 설정되는 이미 알려진 데이터로, 시공 조건 데이터베이스 (32) 에 유지된다.
- [0074] <변동 요인 데이터 취득부>
- [0075] 변동 요인 데이터 취득부 (27) 는, 시공 현장 (3) 의 변동 요인을 나타내는 변동 요인 데이터를 취득한다. 변동 요인 데이터는, 시공 현장 (3) 의 자연 환경과 같은 변동 요인을 포함하고, 시공의 작업 효율에 영향을 준다. 변동 요인 데이터는, 변동 요인 데이터베이스 (33) 에 기억되어 있다. 변동 요인 데이터 취득부 (27) 는, 변동 요인 데이터를 변동 요인 데이터베이스 (33) 로부터 취득한다.
- [0076] 변동 요인 데이터는, 시공 현장 (3) 의 토사의 종류 및 상태를 나타내는 토질 데이터를 포함한다. 또, 변동 요인 데이터는, 시공 현장 (3) 의 지하의 매립물을 나타내는 매립물 데이터를 포함한다. 또, 변동 요인 데이터는, 시공 현장 (3) 의 기상 데이터를 포함한다. 토질 데이터 및 매립물 데이터는, 시공 전에 실시되는 사전 조사로부터 취득된다. 사전 조사로서 불링 조사가 예시된다. 기상 데이터는, 기상청 또는 기상 회사로부터 취득된다. 시공 전에 취득된 변동 요인 데이터는, 변동 요인 데이터베이스 (33) 에 유지된다.
- [0077] <시공 실적 데이터 취득부>
- [0078] 시공 실적 데이터 취득부 (21) 는, 시공 현장 (3) 의 시공 실적을 나타내는 시공 실적 데이터를 취득한다. 시공 실적 데이터는, 건설 기계 (4) 가 실시한 시공 실적을 나타내는 데이터이다. 건설 기계 (4) 는, 자기의 시공 실적 데이터를 취득한다. 건설 기계 (4) 는, 현황 지형에 접촉하는 작업 부재 (440) 의 날끝 (440p) 의 절대 위치의 궤적 또는 캐터필러의 주행 궤적에 기초하여, 현황 지형을 검출 가능하다. 건설 기계 (4) 는, 날끝 (440p) 의 절대 위치로부터 검출되는 현황 지형과, 목표 형상인 설계 지형을 비교하여, 설계

지형에 대해 어느 정도 작업 (토사의 굴삭 또는 보전 (補填)) 이 진행되었는지를 나타내는 시공 실적 데이터를 취득할 수 있다. 여기서, 예를 들어, 컴퓨터 시스템 (2) 이, 건설 기계 (4) 로부터 현황 지형의 정보를 취득함과 함께, 목표 형상인 설계 지형을 비교함으로써 시공 실적 데이터를 취득하도록 해도 된다. 시공 실적 데이터 취득부 (21) 는, 시공 실적 데이터를 건설 기계 (4) 로부터 예를 들어 무선으로 취득한다.

[0079] <모드 데이터 취득부>

[0080] 모드 데이터 취득부 (23) 는, 시공의 우선 항목을 나타내는 모드 데이터를 취득한다. 모드 데이터의 상세한 것은 후술한다. 시공의 우선 항목은, 시공 현장 (3) 의 작업자 (Ma) 또는 시공 회사 (12) 의 작업자 (Mb) 에 의해 선택된다. 작업자 (Ma) 는, 휴대 단말 (7) 의 입력 장치 (703) 또는 정보 단말 (8) 의 입력 장치 (803) 를 조작하여, 시공의 우선 항목을 입력한다. 작업자 (Mb) 는, 정보 단말 (13) 의 입력 장치 (133) 를 조작하여, 시공의 우선 항목을 입력한다. 모드 데이터 취득부 (23) 는, 시공의 우선 항목을 나타내는 모드 데이터를, 휴대 단말 (7), 정보 단말 (8), 및 정보 단말 (13) 의 적어도 하나로부터, 예를 들어 인터넷을 통하여 취득한다.

[0081] 모드 데이터는, 시공 기간을 우선하는 공사 기간 우선 모드 데이터, 및 시공 비용을 우선하는 비용 우선 모드 데이터의 적어도 일방을 포함한다. 시공을 조기에 종료시키고자 하는 경우, 작업자 (Ma) 또는 작업자 (Mb) 는, 시공의 우선 항목으로서 공사 기간을 선택하고, 입력 장치 (703), 입력 장치 (803), 또는 입력 장치 (133) 를 조작한다. 입력 장치가 조작됨으로써, 시공 기간을 우선하는 공사 기간 우선 모드 데이터가 모드 데이터 취득부 (23) 에 취득된다. 한편, 시공을 적은 비용으로 실시하고자 하는 경우, 작업자 (Ma) 또는 작업자 (Mb) 는, 시공의 우선 항목으로서 비용을 선택하여, 입력 장치를 조작한다. 입력 장치가 조작됨으로써, 시공 비용을 우선하는 비용 우선 모드 데이터가 모드 데이터 취득부 (23) 에 취득된다.

[0082] <시공 계획 데이터 산출부>

[0083] 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 현황 지형 데이터 취득부 (22) 에서 취득된 현황 지형 데이터와, 설계 지형 데이터 취득부 (24) 에서 취득된 설계 지형 데이터와, 원 단위 데이터 취득부 (25) 에서 취득된 원 단위 데이터에 기초하여, 시공 현장 (3) 의 시공 계획을 나타내는 시공 계획 데이터 (20) 를 산출한다.

[0084] 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 현황 지형 데이터와 설계 지형 데이터를 대조하여, 시공 현장 (2) 의 시공 범위를 나타내는 시공 범위 데이터와, 그 시공 범위에 있어서의 토사의 굴삭량 또는 보전량을 나타내는 토량 데이터를 산출한다. 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 산출한 시공 범위 데이터 및 토량 데이터와 원 단위 데이터에 기초하여, 시공 계획 데이터를 산출한다.

[0085] 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 시공 조건 데이터 취득부 (26) 에 의해 시공 조건 데이터가 취득된 경우, 현황 지형 데이터와 설계 지형 데이터와 원 단위 데이터와 시공 조건 데이터에 기초하여, 시공 계획 데이터를 산출한다.

[0086] 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 변동 요인 데이터 취득부 (27) 에 의해 변동 요인 데이터가 취득된 경우, 현황 지형 데이터와 설계 지형 데이터와 원 단위 데이터와 변동 요인 데이터에 기초하여, 시공 계획 데이터를 산출한다.

[0087] 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 모드 데이터 취득부 (23) 에 의해 모드 데이터가 취득된 경우, 현황 지형 데이터와 설계 지형 데이터와 원 단위 데이터와 모드 데이터에 기초하여, 시공 계획 데이터를 산출한다.

[0088] 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 시공 실적 데이터 취득부 (21) 에 의해 시공 실적 데이터가 취득된 경우, 시공 실적 데이터에 기초하여, 시공 계획 데이터를 재산출한다.

[0089] 시공 계획 데이터는, 시공 현장 (3) 에서 사용하는 작업 기계의 종류, 차격, 및 대수를 나타내는 작업 기계 데이터, 작업 기계를 사용한 시공의 공정표를 나타내는 공정표 데이터, 및 시공에 필요로 하는 비용을 나타내는 비용 데이터의 적어도 하나를 포함한다. 공정표 데이터는, 시공의 작업 순서를 나타내는 플로 데이터, 시공의 작업마다의 작업 시간을 나타내는 작업 시간 데이터, 및 시공이 완료될 때까지의 기간을 나타내는 공사 기간 데이터의 적어도 하나를 포함한다.

[0090] <시공 계획 데이터 출력부>

[0091] 시공 계획 데이터 출력부 (28) 는, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 에 의해 산출된 시공 계획 데이터를 출력한다. 시공 계획 데이터 출력부 (28) 는, 결과 데이터베이스 (34) 에 시공 계획 데이터를 출력한다.

- [0092] 또, 시공 계획 데이터 출력부 (28) 는, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 에 의해 산출된 시공 계획 데이터를, 휴대 단말 (7), 시공 현장 (3) 에 형성되어 있는 정보 단말 (8), 및 시공 회사 (12) 에 형성되어 있는 정보 단말 (13) 의 적어도 하나에 인터넷을 통하여 송신한다. 휴대 단말 (7) 의 출력 장치 (704) 및 정보 단말 (8) 의 출력 장치 (804) 는, 시공 계획 데이터를 출력 가능한 제 1 출력 장치로서 기능한다. 휴대 단말 (7) 의 출력 장치 (704) 및 정보 단말 (8) 의 출력 장치 (704) 는, 화상 데이터를 표시 가능한 표시 장치를 포함한다. 출력 장치 (704) 및 출력 장치 (804) 는, 예를 들어 액정 디스플레이와 같은 플랫 패널 디스플레이를 포함한다. 휴대 단말 (7) 및 정보 단말 (8) 은, 시공 계획 데이터를 화상 데이터로 변환하여, 출력 장치 (704) 및 출력 장치 (804) 에 표시한다.
- [0093] 드론 (10) 의 카메라 (11) 에 의해 취득된 현황 지형 데이터, 및 시공 회사 (12) 에 있어서 작성된 설계 지형 데이터는, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 및 시공 계획 데이터 출력부 (28) 를 통하여, 휴대 단말 (7) 및 정보 단말 (8) 에 송신된다. 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 취득한 현황 지형 데이터 및 설계 지형 데이터를 3 차원 화상 데이터로 가공한다. 즉, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 카메라 (11) 에 의해 취득된 현황 지형의 화상 데이터를 3 차원 화상 데이터로 변환한다. 또, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 시공 회사 (12) 에 있어서 작성된 설계 도면인 2 차원 설계 지형 데이터 또는 3 차원 설계 지형 데이터를 3 차원 화상 데이터로 변환한다. 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 현황 지형 데이터 및 설계 지형 데이터의 3 차원 화상 데이터를 시공 계획 데이터 출력부 (28) 를 통하여, 휴대 단말 (7) 및 정보 단말 (8) 에 송신한다. 휴대 단말 (7) 의 출력 장치 (704) 및 정보 단말 (8) 의 출력 장치 (804) 는, 현황 지형 데이터 및 설계 지형 데이터를 3 차원 표시한다.
- [0094] 또, 건설 기계 (4) 에 의해 취득된 시공 실적 데이터는, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 및 시공 계획 데이터 출력부 (28) 를 통하여, 휴대 단말 (7) 및 정보 단말 (8) 에 송신된다. 휴대 단말 (7) 및 정보 단말 (8) 은, 시공 실적 데이터를 출력 가능한 제 2 출력 장치로서 기능한다. 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 건설 기계 (4) 로부터 취득한 시공 실적 데이터를 3 차원 화상 데이터로 가공한다. 즉, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 건설 기계 (4) 에 의해 취득된 복수의 메시점 각각의 위치 데이터를 3 차원 화상 데이터로 변환한다. 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 시공 실적 데이터를 시공 계획 데이터 출력부 (28) 를 통하여, 휴대 단말 (7) 및 정보 단말 (8) 에 송신한다. 휴대 단말 (7) 의 출력 장치 (704) 및 정보 단말 (8) 의 출력 장치 (804) 는 시공 실적 데이터를 3 차원 표시한다.
- [0095] [서포트 센터]
- [0096] 서포트 센터 (14) 는, 전문한 바와 같이 컴퓨터 시스템 (2) 의 시공 계획 데이터 산출부 (20) 가 실시하기로 한 3 차원 화상 데이터의 생성을 실시할 수도 있다. 요컨대, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 대신에, 서포트 센터 (14) 의 프로세서 (151) 는, 건설 기계 (4) 로부터 취득한 시공 실적 데이터를 3 차원 화상 데이터로 가공하거나, 시공 회사 (12) 에 있어서 작성된 설계 도면인 2 차원 설계 지형 데이터 또는 3 차원 설계 지형 데이터를 3 차원 화상 데이터로 변환하거나 한다. 생성된 3 차원 화상 데이터는, 출력 장치 (154) 및 컴퓨터 시스템 (2) 을 통하여, 휴대 단말 (7) 및 정보 단말 (8) 에 송신된다.
- [0097] 또, 서포트 센터 (14) 는, 시공 현장 (3) 으로부터 요망된 설계 지형의 변경을 접수한다. 서포트 센터 (14) 에 있어서, 정보 단말 (15) 을 사용하여, 변경 후의 설계 지형을 나타내는 설계 지형 데이터가 산출된다. 정보 단말 (15) 은, 변경 후의 설계 지형 데이터를, 예를 들어, 인터넷을 통하여, 컴퓨터 시스템 (2) 에 송신한다. 컴퓨터 시스템 (2) 의 설계 지형 데이터 취득부 (24) 는, 서포트 센터 (14) 로부터 출력된 변경 후의 설계 지형 데이터를 취득한다. 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 변경 후의 설계 지형 데이터에 기초하여, 시공 계획 데이터를 재산출한다.
- [0098] 변경 후의 설계 지형 데이터는, 건설 기계 (4) 에 송신된다. 변경 후의 설계 지형 데이터에 기초하여, 작업 부재 (440) 가 제어된다.
- [0099] <원격 제어부>
- [0100] 또, 컴퓨터 시스템 (2) 은, 설계 지형 데이터에 기초하여, 건설 기계 (4) 를 원격 조작하기 위한 제어 신호를 출력하는 원격 제어부 (29) 를 가져도 된다. 원격 제어부 (29) 는, 건설 기계 (4) 를 리모트 컨트롤한다. 시공 현장 (3) 으로부터의 요망에 의해 설계 지형이 변경된 경우, 원격 제어부 (29) 는, 변경 후의 설계 지형 데이터에 기초하여, 건설 기계 (4) 를 원격 조작하기 위한 제어 신호를 출력할 수 있다.
- [0101] [시공 계획 방법]

- [0102] 다음으로, 시공 계획 시스템 (1) 을 사용하는 시공 계획 방법에 대해 설명한다. 도 12 는, 시공 계획 방법을 나타내는 플로 차트이다.
- [0103] 드론 (10) 을 사용하여 시공 현장 (3) 의 측량이 실시된다. 드론 (10) 의 카메라 (11) 는, 시공 현장 (3) 의 3 차원 현황 지형 데이터를 취득한다. 현황 지형 데이터 취득부 (22) 는, 카메라 (11) 로부터 현황 지형 데이터를 취득한다 (스텝 S10).
- [0104] 또, 설계 지형 데이터가 설계 지형 데이터 취득부 (24) 에 취득된다 (스텝 S20).
- [0105] 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 현황 지형 데이터의 3 차원 화상 데이터, 및 설계 지형 데이터의 3 차원 화상 데이터를 생성한다 (스텝 S30).
- [0106] 현황 지형 데이터의 3 차원 화상 데이터 및 설계 지형 데이터의 3 차원 화상 데이터가, 휴대 단말 (7) 및 정보 단말 (8) 에 송신된다. 휴대 단말 (7) 의 출력 장치 (704) 및 정보 단말 (8) 의 출력 장치 (804) 에, 현황 지형 데이터의 3 차원 화상 데이터 및 설계 지형 데이터의 3 차원 화상 데이터가 표시된다 (스텝 S40).
- [0107] 도 13 은, 출력 장치 (704) 및 출력 장치 (804) 에 의한, 현황 지형 데이터의 3 차원 화상 데이터 및 설계 지형 데이터의 3 차원 화상 데이터의 표시예를 나타내는 도면이다.
- [0108] 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 현황 지형 데이터와 설계 지형 데이터를 대조하여, 시공 현장의 시공 범위를 나타내는 시공 범위 데이터와, 시공 범위에 있어서 굴삭된 토사의 양 (굴삭량 또는 절토량), 혹은 시공 현장에 투입된 토사의 보전량 (성토량) 을 나타내는 토량 데이터를 산출한다 (스텝 S50).
- [0109] 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 시공 범위 데이터 및 토량 데이터의 3 차원 화상 데이터를 산출하고, 시공 계획 데이터 출력부 (28) 를 통하여, 휴대 단말 (7) 및 정보 단말 (8) 에 송신한다. 휴대 단말 (7) 의 출력 장치 (704) 및 정보 단말 (8) 의 출력 장치 (804) 는, 시공 범위 데이터 및 토량 데이터의 3 차원 화상 데이터를 표시한다 (스텝 S60).
- [0110] 도 14 는, 출력 장치 (704) 및 출력 장치 (804) 에 의한, 시공 범위 데이터 및 토량 데이터에 관한 3 차원 화상 데이터의 표시예를 나타낸다. 도 14 에 나타내는 바와 같이, 3 차원 화상 데이터와 함께 수치 데이터가 표시되어도 된다.
- [0111] 3 차원 화상 데이터에 있어서 현황 지형 데이터와 설계 지형 데이터의 차가 색 분류 또는 모양 분류되어 시각화됨으로써, 작업자 또는 관리자는, 시공 전에, 시공해야 할 범위, 및 시공 도중 또는 시공 후의 형태 등을 파악할 수 있다. 예를 들어, 3 차원 지형 데이터에 있어서, 시공 완료의 범위가 청색으로 표시되고, 시공 미완료의 범위가 황색으로 표시되어도 된다. 수치 데이터에 의해, 작업자 또는 관리자는, 지금까지의 절토량, 필요한 절토량, 투입된 성토량, 필요한 운토량, 시공 미완료된 법면 면적의 크기, 및 시공이 완료된 법면 면적의 크기 등을 정확하게 파악할 수 있다.
- [0112] 원 단위 데이터가 원 단위 데이터 취득부 (25) 에 취득된다 (스텝 S70). 원 단위 데이터를 취득한 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 원 단위 데이터의 화상 데이터를 생성하고, 휴대 단말 (7) 의 출력 장치 (704) 및 정보 단말 (8) 의 출력 장치 (804) 에, 원 단위 데이터의 화상 데이터를 표시시킨다.
- [0113] 도 15 는, 불도저 (4A) 의 원 단위 데이터의 표시예를 나타낸다. 불도저 (4A) 의 원 단위 데이터로서, 불도저 (4A) 의 종류나 차격 (형식명), 블레이드 사이즈, 단위 시간당 실시 가능한 압토량 또는 성토량 등이 표시된다. 도 16 은, 유압 셔블 (4B) 의 원 단위 데이터의 표시예를 나타낸다. 유압 셔블 (4B) 의 원 단위 데이터로서, 유압 셔블 (4B) 의 종류, 차격 (형식명), 버킷 용량, 및 단위 시간당 실시 가능한 굴삭량 (적입량, 절토량, 및 성토량) 등이 표시된다.
- [0114] 시공 조건 데이터가 시공 조건 데이터 취득부 (26) 에 취득된다 (스텝 S80). 또, 변동 요인 데이터가 변동 요인 데이터 취득부 (27) 에 취득된다 (스텝 S90).
- [0115] 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 현황 지형 데이터와 설계 지형 데이터와 원 단위 데이터와 시공 조건 데이터와 변동 요인 데이터에 기초하여, 시공 계획 데이터를 산출하는 (스텝 S100) 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 현황 지형 데이터와 설계 지형 데이터와 원 단위 데이터와 시공 조건 데이터와 변동 요인 데이터에 기초하여, 시공을 시뮬레이션하여, 최적의 시공 계획 데이터를 책정한다.
- [0116] 원 단위 데이터는, 작업 부재 (440) 의 사이즈를 포함하므로, 원 단위 데이터에 기초하여, 예를 들어, 1 회의 굴삭 동작으로 버킷 (440B) 을 굴삭할 수 있는 토량이 구해진다. 현황 지형 데이터와 설계 지형 데이터의

차분에 의해, 현황 지형을 설계 지형으로 마무리하기 위해서 필요한 버킷 (440B) 의 굴삭 동작의 횟수가 구해진다. 또, 단위 시간당 실시 가능한 유압 셔블 (4B) 의 굴삭 동작의 횟수 (유압 셔블 (4B) 의 작업 능력) 도, 이미 알려진 데이터인 원 단위 데이터로부터 구해진다. 따라서, 어느 유압 셔블 (4B) 을 몇 대 사용하면, 목표 공사 기간 내에 시공을 완료시킬 수 있는지를 산출할 수 있다. 또, 시공 조건 데이터가 나타내는 제약 조건에 기초하여, 어느 작업 기계를 몇 대 사용하면 되는지, 혹은 어느 작업자를 몇 사람 작업 현장에 투입하면 되는지를 구할 수 있다.

[0117] 또, 성토를 하기 위해서 시공 현장 (3) 의 밖으로부터 운반 차량 (5) 을 사용하여 시공 현장 (3) 에 토사를 운반하는 경우에 있어서, 운반 차량 (5) 이 일반 도로를 주행하는 경우, 주행 루트, 주행 속도, 및 교통 사정 (정체의 유무 등) 등에 의해, 운반 차량 (3) 이 시공 현장 (3) 에 토사를 운반하는 타이밍 또는 단위 시간당 운반 가능한 토사의 양이 변화될 가능성이 있다. 예를 들어, 목표 타이밍보다 늦게 운반 차량 (5) 이 시공 현장 (3) 에 도착하는 경우, 운반 차량 (5) 이 시공 현장 (3) 에 도착할 때까지 동안, 건설 기계 (4) 또는 작업자 (Ma) 의 작업을 중단해야만 하는 상황이 발생할 가능성이 있다. 그 때문에, 운반 차량 (5) 의 주행 루트, 시공 현장 (3) 에 대한 도착 예상 시점 등을 포함한 운반 차량 (5) 에 관련된 원 단위 데이터에 기초하여, 양호한 효율로 작업이 실시되도록, 시공 계획 데이터를 책정할 수 있다.

[0118] 또, 시공 현장 (3) 의 굴삭을 진행시켜 가면, 토질이 변화될 가능성이 있다. 토질에 의해, 동일한 작업 능력의 작업 기계를 사용했다고 해도, 작업 스피드가 변화된다. 예를 들어, 점토질의 지면을 굴삭하는 경우와 모래질의 지면과 굴삭하는 경우에서는, 동일한 작업 능력의 작업 기계를 사용했다고 해도, 점토질의 지면을 굴삭하는 경우 쪽이, 모래질의 지면을 굴삭하는 경우에 비해, 작업 스피드가 저하되어, 작업 시간이 장기화된다. 토질은, 불링 조사와 같은 사전 조사에 의해 미리 구할 수 있는 이미 알려진 데이터이다. 또, 토질에 따른 작업 기계의 작업 스피드도, 미리 구해 둘 수 있다. 따라서, 토질 데이터를 포함한 변동 요인 데이터를 고려함으로써, 어느 작업 기계를 사용한 경우의 작업 시간을 시뮬레이션할 수 있다.

[0119] 또, 강우시와 맑게 갠 날일 때에는, 시공하기 어려운 정도 (트래픽 어빌리티) 가 변화된다. 작업 기계의 주행에 견딜 수 있는 지면의 능력 (주행 가능한 정도) 을 트래픽 어빌리티라고 한다. 예를 들어, 강우시에는, 맑게 갠 날일 때에 비해, 운반 차량 (5) 의 주행 가능 최고 속도가 느려지거나, 건설 기계 (4) (예를 들어 불도저 (4A)) 의 작업 스피드가 느려지거나 할 가능성이 있다. 기상에 따른 작업 기계의 작업 스피드 또는 운반 차량 (5) 의 주행 가능 최고 속도도, 미리 구해 둘 수 있다. 따라서, 기상 데이터를 포함한 변동 요인 데이터를 고려함으로써, 어느 작업 기계를 사용한 경우의 작업 시간을 시뮬레이션할 수 있다. 또, 기상 데이터에 기초하여, 강우 또는 강설에 대응한 사양의 건설 기계 (4) 를 시공 현장 (3) 에 투입한다는 시공 계획을 책정할 수도 있다. 강우에 대응한 사양의 건설 기계 (4) 란, 예를 들어, 질퍽거리는 노면을 주행 가능하도록 폭이 넓은 캐터필러를 구비한 불도저 (4A) 또는 강설에 대응한 타이어를 구비한 운반 차량 (5) 등이다.

[0120] 또, 시공 현장 (3) 의 감사 또는 노동 규약에 의해, 시공을 실시할 수 있는 작업 가능 시간 및 시공을 실시할 수 없는 작업 불가능 기간이 결정되어 있는 경우가 있다. 그것들 작업 가능 시간 및 작업 불가능 시간을 나타내는 스케줄 데이터는, 사전에 알고 있는 이미 알려진 데이터로, 시공 조건 데이터로서 시공 조건 데이터베이스에 기억되어 있다. 시공 조건 데이터가 취득된 경우, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 스케줄 데이터를 포함하는 시공 조건 데이터에 기초하여, 시공 계획 데이터를 산출한다.

[0121] 또, 시공에 있어서 실시해야 할 작업 내용 및 작업 순서를 나타내는 공정 설계 데이터는 사전에 결정되어 있어, 시공 조건 데이터로서 시공 조건 데이터베이스에 기억되어 있다. 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 공정 설계 데이터를 포함한 시공 조건 데이터에 기초하여, 시공 계획 데이터를 산출한다.

[0122] 시공 계획 데이터 출력부 (28) 는, 산출된 시공 계획 데이터를 휴대 단말 (7) 및 정보 단말 (8) 에 출력한다 (스텝 S110). 휴대 단말 (7) 의 출력 장치 (704) 및 정보 단말 (8) 의 출력 장치 (804) 는, 시공 계획 데이터를 표시한다 (스텝 S120).

[0123] 도 17, 도 18, 및 도 19 는, 출력 장치 (704) 및 출력 장치 (804) 에 의한 시공 계획 데이터의 표시예를 나타낸다. 도 17 및 도 18 에 나타내는 바와 같이, 시공 계획 데이터로서 시공 현장 (3) 에서 사용하는 작업 기계의 종류 및 대수를 나타내는 작업 기계 데이터가 표시된다. 또, 도 17 및 도 19 에 나타내는 바와 같이, 시공 계획 데이터로서 작업 기계를 사용한 시공의 공정표를 나타내는 공정표 데이터가 표시된다. 도 19 에 나타내는 바와 같이, 공정표 데이터로서, 시공의 작업 순서를 나타내는 플로 데이터가 표시된다. 도 17 및 도 19 에 나타내는 바와 같이, 공정표 데이터로서 시공의 작업마다의 작업 시간을 나타내는 작업 시간 데이터가 표시된다. 또, 도 18 에 나타내는 바와 같이, 공정표 데이터로서, 시공이 완료될 때까지의 기간을 나타내는

공사 기간 데이터가 표시된다.

- [0124] 또, 도 18 및 도 19 에 나타내는 바와 같이, 시공 계획 데이터로서, 시공에 필요로 하는 비용을 나타내는 비용 데이터가 표시된다. 본 실시형태에 있어서, 비용 데이터는, 사용되는 작업 기계의 종류, 차격, 및 대수이다.
- [0125] 또, 도 18 에 나타내는 바와 같이, 모드 데이터에 대응한 시공 계획 데이터가 표시된다. 도 18 의 가로축은, 시공 개시부터의 경과 예상 시간이며, 세로축은, 시공의 진척율이다. 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 시공 기간을 우선하는 공사 기간 우선 모드, 시공 비용을 우선하는 비용 우선 모드, 및 공사 기간과 비용의 양립을 도모하는 중간 모드의 각각에 대해, 사용되는 작업 기계의 종류, 차격, 및 대수로 나타내는 비용 데이터, 및 시공 개시부터 시공 종료까지의 예상 시간 데이터를 시뮬레이션하여 표시한다. 도 18 에 나타내는 「A」 는, 공사 기간 우선 모드가 선택된 경우의 비용 데이터 및 예상 시간 데이터를 나타낸다. 「A」 는, 유압 셔블 (4B) 이 6 대 사용되고, 불도저 (4A) 가 3 대 사용되고, 운반 차량 (20) 이 20 대 사용된 경우, 공사 기간을 줄이는 것을 나타내고 있다. 도 18 에 나타내는 「C」 는, 비용 우선 모드가 선택된 경우의 비용 데이터 및 예상 시간 데이터를 나타낸다. 「C」 는, 유압 셔블 (4B) 이 3 대 사용되고, 불도저 (4A) 가 1 대 사용되고, 운반 차량 (20) 이 10 대 사용된 경우, 비용을 억제할 수 있지만 공사 기간이 길어지는 것을 나타내고 있다. 도 18 에 나타내는 「B」 는, 중간 모드가 선택된 경우의 비용 데이터 및 예상 시간 데이터를 나타낸다. 「B」 는, 유압 셔블 (4B) 이 5 대 사용되고, 불도저 (4A) 가 2 대 사용되고, 운반 차량 (20) 이 16 대 사용된 경우, 비용 및 공사 기간을, 공사 기간 우선 모드와 비용 우선 모드 사이의 값으로 할 수 있는 것을 나타내고 있다. 이와 같이, 시공 계획 데이터 산출부 (100) 는, 복수 패턴의 시공 계획 데이터를 산출하여, 작업자나 관리자에게 제안할 수 있다.
- [0126] 모드 데이터가 모드 데이터 취득부 (23) 에 취득된다 (스텝 S130). 즉, 작업자 (Ma) 는, 휴대 단말 (7) 의 입력 장치 (703) 또는 정보 단말 (8) 의 입력 장치 (803) 를 조작하여, 시공 계획 시스템 (1) 에 의해 제안된, 도 18 에 나타낸 「A」 「B」 「C」 의 3 패턴의 시공 계획 데이터 중에서, 임의의 시공 계획 데이터를 선택한다. 입력 장치 (703) 또는 입력 장치 (803) 가 조작됨으로써, 시공의 우선 항목을 나타내는 모드 데이터가, 예를 들어, 인터넷을 통하여 모드 데이터 취득부 (23) 에 취득된다.
- [0127] 모드 데이터가 선택됨으로써, 시공 계획이 결정된다 (스텝 S140). 시공 계획 시스템 (1) 은, 선택된 시공 계획에 기초하여, 공정표 데이터를 산출하고, 작업 기계를 보유하는 관리 회사, 작업 기계의 오퍼레이터, 또는 작업 기계의 렌탈 회사 등에 대해 작업 기계의 준비를 자동으로 실시할 수 있다. 이로써, 시공 현장은, 조기에 시공을 개시할 수 있다.
- [0128] 도 19 에 나타낸 공정표 데이터에 대해 설명한다. 예를 들어, 굴삭의 공정에 대해, 제 1 일째부터 제 6 일째까지의 기간에, 운반 차량 (5) 이 3 대, 유압 셔블 (4B) 이 2 대, 시공 현장에 투입될 계획이 나타나 있다. 또, 성토의 공정에 대해, 제 4 일째부터 제 8 일째까지의 기간에, 유압 셔블 (4B) 이 2 대, 시공 현장에 투입될 계획이 나타나 있다. 이와 같이, 공정표 데이터에 의하면, 어느 공정에 대해, 어느 기간에 건설 기계 (4) 또는 운반 차량 (5) 이 몇 대 필요한지를 시각적으로 용이하게 파악할 수 있다.
- [0129] 시공 현장 (3) 에서는, 결정된 시공 계획에 기초하여, 시공이 개시된다 (스텝 S150). 시공 계획 데이터 출력부 (28) 로부터, 건설 기계 (4) 에, 설계 지형 데이터 및 시공 계획 데이터가 송신된다. 건설 기계 (4) 는, 설계 지형 데이터에 기초하여, 작업 부재 (440) 를 제어하면서, 시공 현장 (3) 의 시공을 실시한다. 이로써, 경험이 부족한 운전자에 의해 조작되는 건설 기계 (4) 에서도, 설계 도면대로의 고정밀도의 시공이 가능해진다. 또, 숙련된 운전자에 의해 조작되는 건설 기계 (4) 에 있어서는, 생산성의 비약적인 향상을 가져온다.
- [0130] 작업을 실시하는 건설 기계 (4) 로부터, 예를 들어, 실시간으로 시공 실적 데이터가 컴퓨터 시스템 (2) 에 송신된다. 시공 실적 데이터는, 예를 들어 하루 중 정해진 시각 또는 주기적으로 건설 기계 (4) 로부터 컴퓨터 시스템 (2) 에 송신되도록 해도 된다. 시공 실적 데이터 취득부 (21) 는, 건설 기계 (4) 의 작업 실적 데이터를 취득한다 (스텝 S160).
- [0131] 도 5 및 도 6 을 참조하여 설명한 바와 같이, 건설 기계 (4) 는, 현황 지형에 접촉하는 날끝 (440p) 의 절대 위치를 검출 가능하다. 건설 기계 (4) 는, 날끝 (400p) 의 절대 위치에 기초하여, 각 메시점의 Xg 축 방향의 절대 위치, Yg 축 방향의 절대 위치, 및 Zg 축 방향의 절대 위치를 나타내는 위치 데이터를 취득하여, 현황 지형을 검출한다.

- [0132] 각 메시점의 위치 데이터는, 시공 실적 데이터 취득부 (21) 에 출력된다. 휴대 단말 (7) 의 출력 장치 (704) 및 정보 단말 (8) 의 출력 장치 (804) 는, 시공 실적 데이터를 표시한다 (스텝 S170). 도 20 은, 시공 실적 데이터의 표시예로서, 2 차원 표시된 예를 나타낸다. 도 21 은, 3 차원 표시된 예를 나타낸다. 이와 같이, 작업자는, 그 날의 시공 실적 (청부 대금) 을 실시간으로, 시각을 통해서 확인할 수 있다. 즉, 시공 계획 시스템 (1) 은, 매일 매일의 시공 계획 및 시공 실적을 항상 「시각화」 할 수 있다.
- [0133] 도 20 에 나타난 시공 실적 데이터의 예에 대해 설명한다. 어느 시공 현장에 있어서의 어느 시점 (예를 들어, 2015년 4월 16일) 에서의 공사 진척 상황이 2 차원 표시되어 있다. 이 시공 현장에서는, 성토가 실시된다. 노상 (路床) 에 복수 회 (복수 층) 에 걸쳐서 성토가 실시된 상황이, 색 분류 또는 모양 분류되어 시각화되어 있다. 또, 성토의 누적량이 수치 (도 20 중, 예를 들어 462.0 m³) 로서 표시되어 있다. 또한, 「시공 전」이라는 버튼을 선택하면, 시공 전 상태의 색 분류 또는 모양 분류가 표시되고, 「시공 계획」이라는 버튼을 선택하면, 시공 계획 상태의 색 분류 또는 모양 분류가 표시된다. 이와 같은 2 차원 표시에 의해, 시공의 진척을 시각에 의해 용이하게 파악할 수 있다.
- [0134] 도 21 에 나타난 시공 실적 데이터의 예에 대해 설명한다. 어느 시공 현장에 있어서의 어느 시점 (예를 들어, 2015년 4월 16일) 에서의 공사 진척 상황이 3 차원 표시되어 있다. 현황 지형이, 명암을 부여하여 3 차원 표시되어 있다. 컴퓨터 시스템 (2) 이, 건설 기계 (4) 에 형성된 GPS 수신기 (406B) 에 의한 자차의 절대 위치를 나타내는 절대 위치 데이터를 각 건설 기계 (4) 로부터 취득하고, 시공 현장에 있어서의 건설 기계 (4) 의 위치를 시각적으로 표시하고 있다. 또, 지금까지의 작업 결과로서, 목표로 하는 절토량 (예를 들어, 22,240 m³) 이나 목표로 하는 성토량 (예를 들어, 26,980 m³) 이 수치로서 표시되고, 각각의 누적량 (누계) 및 목표에 대한 잔량이 수치나 바 그래프에 의해 표시되어 있다. 이와 같은 3 차원 표시에 의해, 시공의 진척을 시각에 의해 용이하게 파악할 수 있다.
- [0135] 시공 계획 및 시공 실적이 「시각화」 됨으로써, 시공 전의 시공 계획, 시공중의 시공 실시, 및 시공의 시공 평가를 포함한 일련의 작업을 신속히 실시할 수 있는, 소위, PCDA (Plan Do Check Action) 를 고속으로 회전시킬 수 있다.
- [0136] 또, 시공 현장 (3) 에서 설계 지형의 변경의 요망이 있는 경우, 서포트 센터 (14) 에 의한 서포트가 실시된다. 서포트 센터 (14) 에 있어서, 설계 지형 데이터 수정되어 공정 관리에 반영된다.
- [0137] 또, 설계 계획 데이터 및 시공 실적 데이터는, 결과 데이터베이스 (34) 에 축적된다. 또한, 현황 지형 데이터, 설계 지형 데이터, 원 단위 데이터, 시공 조건 데이터, 변동 요인 데이터, 및 모드 데이터가, 결과 데이터베이스 (34) 에 축적되어도 된다. 이들 결과 데이터베이스 (34) 에 축적된 데이터를 활용하여, 시공 완료 후도, 정비·수선이나 장애의 유지 보수, 자연 재해를 받은 지역의 복구 작업 등에 활용할 수 있고, 대폭적인 공수 삭감에 유용하게 쓸 수 있다.
- [0138] [효과]
- [0139] 이상 설명한 바와 같이, 본 실시형태에 의하면, 시공 계획 시스템 (1) 은, 현황 지형 데이터 취득부 (22) 와 설계 지형 데이터 취득부 (24) 와 원 단위 데이터 취득부 (25) 와 시공 계획 데이터 산출부 (20) 를 가지므로, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 현황 지형 데이터와 설계 지형 데이터에 기초하여, 시공해야 할 시공 범위 및 시공량을 도출할 수 있다. 시공 계획 시스템 (1) 은, 도출된 시공 범위 및 시공량과 원 단위 데이터에 기초하여, 컴퓨터 시스템 (2) 의 시공 계획 데이터 산출부 (20) 를 사용하여, 최적의 시공 계획을 책정할 수 있다. 이로써, 시공 현장의 생산성을 향상시킬 수 있어, 건설 업계가 안고 있는 노동력 부족의 문제를 해결할 수 있다.
- [0140] 본 실시형태에 있어서는, (1) 시공 전 및 시공 중에 있어서 정확한 시공 계획을 만들 수 있고, (2) 계획과 실적 (완성 부분·청부 대금) 의 차분을 실시간으로 파악할 수 있으며, (3) 최적의 시공 순서 및 절차를 제안할 수 있고, (4) 변동 요인의 발생 가능성도 예측하면서 시공 계획을 산출할 수 있다. 이로써, 시공 현장 (3) 의 생산성을 대폭 향상시킬 수 있다.
- [0141] 또, 본 실시형태 따르면, 시공 계획 시스템 (1) 은, 시공 회사 (12) 및 시공 현장 (3) 의 시공에 관련된 작업을, 시공 전·시공 중·시공 후·유지 관리까지 모두를 서포트할 수 있다.
- [0142] 또, 본 실시형태에 의하면, 시공 계획 데이터 출력부 (28) 로부터, 제 1 출력 장치로서 기능하는 휴대 단말 (7) 및 정보 단말 (8) 에 시공 계획 데이터가 송신된다. 이로써, 휴대 단말 (7) 및 정보 단말 (8) 은, 시공 계

획 데이터를 표시할 수 있다. 따라서, 시공 현장 (3)의 작업자 (Ma)는, 시각을 통해서 시공 계획을 충분히 파악할 수 있다.

[0143] 또, 본 실시형태에 의하면, 휴대 단말 (7) 및 정보 단말 (8)은, 현황 지형 데이터 및 설계 지형 데이터를 3차원 표시한다. 이로써, 작업자 (Ma)는, 현황 지형과 설계 지형의 차분을 직감적으로 파악할 수 있다.

[0144] 또, 본 실시형태에 의하면, 제 1 검출 장치로서 기능하는 카메라 (11)는, 현황 지형을 비접촉으로 검출하여, 현황 지형 데이터를 컴퓨터 시스템 (2)의 현황 지형 데이터 취득부 (22)에 무선으로 송신한다. 이로써, 현황 지형의 측량 및 측량 결과의 송신을 신속히 실시할 수 있다.

[0145] 또, 본 실시형태에 의하면, 카메라 (11)는, 무인 비행체인 드론 (10)에 탑재되어, 공중에서 촬영에 의해 현황 지형을 측량한다. 이로써, 측량을 단시간에 종료시킬 수 있다.

[0146] 또, 본 실시형태에 의하면, 원 단위 데이터가 나타내는 작업 기계의 조건은, 작업 기계의 종류나 차격, 작업 기계의 대수, 및 작업 기계의 관리 상태의 적어도 하나를 포함한다. 이로써, 원 단위 데이터에 기초하여, 시공의 시뮬레이션 정밀도가 향상되어, 최적의 시공 계획을 책정할 수 있다.

[0147] 또, 본 실시형태에 의하면, 원 단위 데이터가 나타내는 작업 기계의 조건은, 단위 시간당 실시 가능한 작업 기계의 작업량을 포함한다. 이로써, 단위 시간마다, 혹은 공정마다, 시공의 시뮬레이션을 고정밀도로 실시할 수 있다.

[0148] 또, 본 실시형태에 의하면, 작업 기계는, 현황 지형을 변화시키는 것이 가능한 작업 부재를 갖고, 작업량은, 작업 부재의 사이즈를 포함한다. 작업 부재의 사이즈는 사전에 알 수 있는 불변 데이터이기 때문에, 작업량의 산출의 부담이 경감된다.

[0149] 또, 본 실시형태에 의하면, 작업 기계는, 시공 현장에 토사를 운반하는 운반 차량을 포함하고, 작업량은, 단위 시간당 운반 가능한 토사의 양을 포함한다. 단위 시간당 운반 가능한 토사의 양은, 일반 도로를 주행하는 운반 차량 (5)의 주행 조건 (주행 경로, 주행 거리, 및 주행 속도), 교통 사정, 및 베셀의 사이즈 등에 따라 변화된다. 운반 차량 (5)의 주행 조건, 교통 사정, 및 베셀의 사이즈 등을 고려함으로써, 시공의 시뮬레이션 정밀도가 향상되어, 최적의 시공 계획 데이터가 산출된다. 예를 들어, 시공 현장 (3)에 있어서 토사의 보전이 필요한 경우, 교통 사정에 의해, 토사를 쌓은 운반 차량 (5)이 시공 현장 (3)에 좀처럼 도착하지 않는 경우, 시공이 스톱되어 버릴 가능성이 있다. 이와 같은 상황이 발생하지 않도록, 운반 차량 (5)의 조건에 기초하여, 시공 계획 데이터가 산출됨으로써, 시공 현장 (3)의 생산성이 향상된다.

[0150] 또, 본 실시형태에 의하면, 원 단위 데이터는, 시공 현장의 작업자의 조건을 추가로 포함한다. 시공 현장 (3)의 생산성은, 작업 기계뿐만 아니라, 작업자에게도 의존한다. 그 때문에, 작업자의 조건도 고려하여 시공 계획이 산출됨으로써, 시공 현장 (3)의 생산성이 향상된다.

[0151] 또, 본 실시형태에 의하면, 작업자의 조건은, 작업자의 인원 수, 및 작업자의 기량의 적어도 일방을 포함한다. 이로써, 시공의 시뮬레이션 정밀도가 향상되어, 최적의 시공 계획이 책정된다.

[0152] 또, 본 실시형태에 의하면, 시공 계획 데이터 산출부 (20)는, 현황 지형 데이터와 설계 지형 데이터를 대조하여, 시공 현장의 시공 범위를 나타내는 시공 범위 데이터 및 시공 범위에 있어서 필요한 토사의 굴삭량 또는 보전량을 나타내는 토량 데이터를 산출하고, 시공 범위 데이터 및 토량 데이터와 원 단위 데이터에 기초하여, 시공 계획 데이터를 산출한다. 이로써, 최적의 시공 계획 데이터를 산출할 수 있어, 시공 현장 (3)의 생산성을 향상시킬 수 있다.

[0153] 또, 본 실시형태에 의하면, 시공 계획 데이터는, 시공 현장에서 사용하는 작업 기계의 종류나 차격 및 대수를 나타내는 작업 기계 데이터, 작업 기계를 사용한 시공의 공정표를 나타내는 공정표 데이터, 및 시공에 필요로 하는 비용을 나타내는 비용 데이터의 적어도 하나를 포함한다. 작업 기계 데이터, 공정표 데이터, 및 비용 데이터가 산출됨으로써, 실제의 시공이 원활히 실시되어, 생산성이 향상된다.

[0154] 또, 본 실시형태에 의하면, 공정표 데이터는, 시공의 작업 순서를 나타내는 플로 데이터, 시공의 작업마다의 작업 시간을 나타내는 작업 시간 데이터, 및 시공이 완료될 때까지의 기간을 나타내는 공사 기간 데이터의 적어도 하나를 포함한다. 이로써, 작업자 (Ma)는, 이들 데이터에 따라, 작업을 원활히 실시할 수 있다.

[0155] 또, 본 실시형태에 의하면, 시공 현장의 시공 조건을 나타내는 시공 조건 데이터를 취득하는 시공 조건 데이터 취득부 (26)를 구비하고, 시공 계획 데이터 산출부 (20)는, 시공 조건 데이터에 기초하여, 시공 계획 데이터

를 산출한다. 초기 조건 또는 제약 조건인 시공 조건이 확정됨으로써, 시공의 시뮬레이션에 있어서 해 (解) 가 신속하고 확실하게 얻어져, 적절한 시공 계획 데이터를 산출할 수 있다.

[0156] 또, 본 실시형태에 의하면, 시공 조건 데이터는, 시공에 관련된 예산, 공사 기간, 작업 내용, 작업 순서, 작업 시간, 및 현장 환경의 적어도 하나를 포함한다. 예산 및 공사 기간이 규정된 상태에서, 시공의 시뮬레이션이 실시됨으로써, 예산 및 공사 기간의 범위 내에서, 복수의 시공 계획을 적절히 제안할 수 있다. 또, 작업 내용, 작업 순서, 및 작업 시간이 미리 규정됨으로써, 적절한 노동 환경하에서 적절한 시공 계획 데이터를 산출할 수 있어, 목표 그대로의 시공 결과를 얻을 수 있다.

[0157] 또, 본 실시형태에 의하면, 현장 환경은, 시공 현장의 지형, 및 시공 현장의 크기의 적어도 일방을 포함한다. 시공 현장의 지형 및 크기에 따라, 작업에 필요로 하는 시간은 변화된다. 그 때문에, 시공 현장의 지형 및 크기가 설정됨으로써, 시공의 시뮬레이션 정밀도가 향상된다.

[0158] 또, 본 실시형태에 의하면, 시공 현장의 변동 요인을 나타내는 변동 요인 데이터를 취득하는 변동 요인 데이터 취득부 (27) 를 구비하고, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 변동 요인 데이터에 기초하여, 시공 계획 데이터를 산출한다. 변동 요인 데이터는, 시공 현장의 토사의 종류 및 상태를 나타내는 토질 데이터, 시공 현장 (3) 의 지하에 매설하는 매설물을 나타내는 매설물 데이터, 및 시공 현장 (3) 의 기상 데이터의 적어도 하나를 포함한다. 시공 현장의 토질에 따라, 작업에 필요로 하는 시간은 변화된다. 예를 들어, 무거운 흙인 경우, 가벼운 흙인 경우, 점토질의 흙인 경우, 모래질의 흙인 경우에는, 건설 기계 (4) 에 의한 굴삭 작업, 압토 작업, 성토 작업, 절토 작업, 정지 작업, 및 적입 작업 등, 각종 작업에 필요로 하는 시간이 변화된다. 또, 토질에 따라, 운반 차량 (5) 의 주행 용이함 (트래픽 어빌리티) 이 변화되어, 운반 차량 (5) 의 운반에 필요로 하는 시간도 변화된다. 또, 맑게 갠 경우와 우천인 경우에는, 작업 기계에 의한 작업에 필요로 하는 시간이 변화된다. 이들 자연 현상에서 기인하는 변동 요인이 고려됨으로써, 시공의 시뮬레이션 정밀도는 보다 향상되어, 적절한 시공 계획 데이터를 산출할 수 있다.

[0159] 또, 본 실시형태에 의하면, 설계 지형의 변경을 접수하는 서포트 센터 (14) 가 형성되고, 설계 지형 데이터 취득부 (24) 는, 서포트 센터 (14) 로부터 출력된 변경 후의 설계 지형 데이터를 취득하고, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 변경 후의 설계 지형 데이터에 기초하여, 시공 계획 데이터를 재산출한다. 서포트 센터 (14) 에 의해, 시공 현장 (3) 의 부담을 경감시키면서, 시공 현장 (3) 의 판단이 시공에 정확하게 반영된다.

[0160] 또, 본 실시형태에 나타낸 바와 같이, 변경 후의 설계 지형 데이터에 기초하여, 작업 기계를 원격 조작하기 위한 제어 신호를 출력하는 원격 제어부 (29) 가 형성되어도 된다. 이로써, 작업 기계의 운전자의 부담이 경감되어, 변경 후의 설계 지형 데이터에 준거하여 정보화 시공을 실시할 수 있다.

[0161] 또, 본 실시형태에 의하면, 시공 현장 (3) 의 시공 실적을 나타내는 시공 실적 데이터를 취득하는 시공 실적 데이터 취득부 (21) 를 구비하고, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 시공 실적 데이터에 기초하여, 시공 계획 데이터를 재산출한다. 이로써, 시공의 진척 상황에 따라, 최적의 시공 계획을 그때마다 책정할 수 있다.

[0162] 또, 본 실시형태에 의하면, 제 2 출력 장치로서 기능하는 휴대 단말 (7) 및 정보 단말 (8) 에 시공 실적 데이터가 표시된다. 이로써, 작업자는, 매일 매일의 시공의 진척 상황을 파악할 수 있다.

[0163] 또, 본 실시형태에 의하면, 작업 기계는, 시공 실적 데이터를 취득하고, 시공 실적 데이터 취득부 (21) 는, 시공 실적 데이터 (21) 를 작업 기계로부터 무선으로 취득한다. 이로써, 시공 실적을 실시간으로 신속히 파악할 수 있다.

[0164] 또, 본 실시형태에 의하면, 시공의 우선 항목을 나타내는 모드 데이터를 취득하는 모드 데이터 취득부 (23) 를 구비하고, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 는, 모드 데이터에 기초하여, 시공 계획 데이터를 산출한다. 이로써, 시공 계획 데이터 산출부 (20) 에서 복수 패턴의 시공 계획이 제안된 경우, 작업자 또는 관리자는, 입력 장치를 조작하여, 모드 데이터를 모드 데이터 취득부 (23) 에 송신하는 것만으로, 우선 항목에 준거한 시공 계획을 취득할 수 있다.

[0165] 또, 본 실시형태에 의하면, 모드 데이터는, 시공 기간을 우선하는 공사 기간 우선 모드 데이터, 및 시공 비용을 우선하는 비용 우선 모드 데이터의 적어도 일방을 포함한다. 우선 항목으로서, 공사 기간 및 비용이 설정됨으로써, 예산 및 목표 공사 기간에 따른 시공 계획을 선택할 수 있다.

[0166] 또한, 본 실시형태에 있어서는, 비행체로서, 동력원을 갖는 드론 (10) 을 사용하여 현황 지형 데이터를 취득하는 것으로 하였다. 비행체로서, 모형 비행기가 사용되어도 되고, 동력원을 갖지 않는 기구 (氣球) 가 사용

되어도 된다. 기구에 탑재된 카메라에 의해, 현황 지형이 검출되어도 된다.

[0167] [현황 지형 데이터의 취득의 변형예]

[0168] 도 2 내지 도 6 을 참조하여 설명한 바와 같이, 건설 기계 (4) 는, 차량 본체 (400) 와 차량 본체 (400) 에 대해 상대 이동하는 작업 부재 (440) 를 갖는다. 작업 부재 (440) 는, 현황 지형에 접촉하는 날끝 (440p) 을 갖는다. 건설 기계 (4) 는, 날끝 (440p) 의 절대 위치에 기초하여, 현황 지형을 검출하는 프로세서 (401) (블레이드 제어 장치 (401A), 버킷 제어 장치 (401B)) 를 갖는다. 차량 본체 (400) 의 절대 위치는, GPS 수신기 (406) 에 의해 검출된다. 건설 기계 (4) 는, 차량 본체 (400) 에 대한 날끝 (440p) 의 상대 위치를 검출하는 검출 장치 (420 (420A, 420B)) 를 구비하고 있다. 차량 본체 (400) 의 절대 위치와 검출 위치 (420) 의 검출 결과에 기초하여, 날끝 (440p) 의 절대 위치가 구해진다. 날끝 (440p) 에 의해 시공 현장 (3) 이 시공되고, 현황 지형이 형성된다. 즉, 날끝 (440p) 의 절대 위치를 알 수 있으므로, 현황 지형의 표면의 어느 메시점의 절대 위치를 알 수 있다. 따라서, 프로세서 (401) 는, 날끝 (440p) 의 절대 위치를 검출함으로써, 현황 지형을 검출할 수 있다.

[0169] 건설 기계 (4) 의 프로세서 (401) 는, 현황 지형 데이터를 무선으로 컴퓨터 시스템 (2) 에 송신한다. 컴퓨터 시스템 (2) 의 현황 지형 데이터 취득부 (22) 는, 현황 지형 데이터를 건설 기계 (4) 로부터 무선으로 취득한다.

[0170] 이와 같이, 현황 지형 데이터의 취득은, 드론 (10) 과 같은 비행체에 한정되지 않고, 건설 기계 (4) 를 사용하여 취득되어도 된다. 예를 들어, 시공 현장 (3) 에 수목과 같은 장애물이 존재하고, 드론 (10) 을 날리는 것이 곤란한 상황인 경우, 건설 기계 (4) 를 사용함으로써, 현황 지형 데이터를 원활히 취득할 수 있다.

[0171] 또한, 건설 기계 (4) 에 탑재된 스테레오 카메라에 의해, 3 차원 현황 지형 데이터가 검출되어도 된다. 건설 기계 (4) 에 탑재된 스테레오 카메라에 의하면, 건설 기계 (4) 자신이 시공한 결과인 현황 지형 데이터를 확실하게 취득할 수 있고, 또, 전술한 바와 같이 드론 (10) 을 날리는 것이 곤란한 상황이나 드론 (10) 에 의해 현황 지형 데이터를 취득할 수 없었던 영역에 대해서도, 확실하게 현황 지형 데이터를 취득할 수 있다. 이와 같이, 현황 지형 데이터의 취득은, 드론 (10) 과 스테레오 카메라를 병용하여 실시되어도 된다. 또한, 스테레오 카메라는, 시공 현장에 설치되어 이동 가능한 것이어도 된다.

[0172] 혹은, 3 차원 현황 지형 데이터의 취득에, 현황 지형의 표면에 검출광인 레이저 광을 조사하여 현황 지형 데이터를 광학적으로 취득하는 3 차원 레이저 스캐너 장치가 사용되어도 된다. 또, 3 차원 현황 지형 데이터의 취득에, 삼각 측량 기기가 사용되어도 된다.

[0173] 또한, 상기 서술한 실시형태에 있어서는, 출력 장치 (704) 및 출력 장치 (804) 가 표시 장치인 예에 대해 주로 설명하였다. 출력 장치 (704) 및 출력 장치 (804) 가 인쇄 장치여도 된다. 즉, 도 13 내지 도 21 에 나타난 화상 데이터가 인쇄물로서 출력되어도 된다.

[0174] 또한, 상기 서술한 실시형태에 있어서는, 건설 기계 (4) 가 ICT 건설 기계인 예에 대해 설명하였다. 현황 지형 데이터를 그 때마다, 드론, 스테레오 카메라, 및 3 차원 레이저 스캐너 장치와 같은 제 1 검출 장치에 의해 취득하는 것이라면, ICT 건설 기계가 아니라, 정보화 시공을 가능하게 하는 기기를 탑재하고 있지 않은 통상의 건설 기계를 사용한 시공 계획 시스템에 의해, 관리자 또는 작업자에게 시공 계획 (시공 계획 데이터) 을 제시할 수 있다.

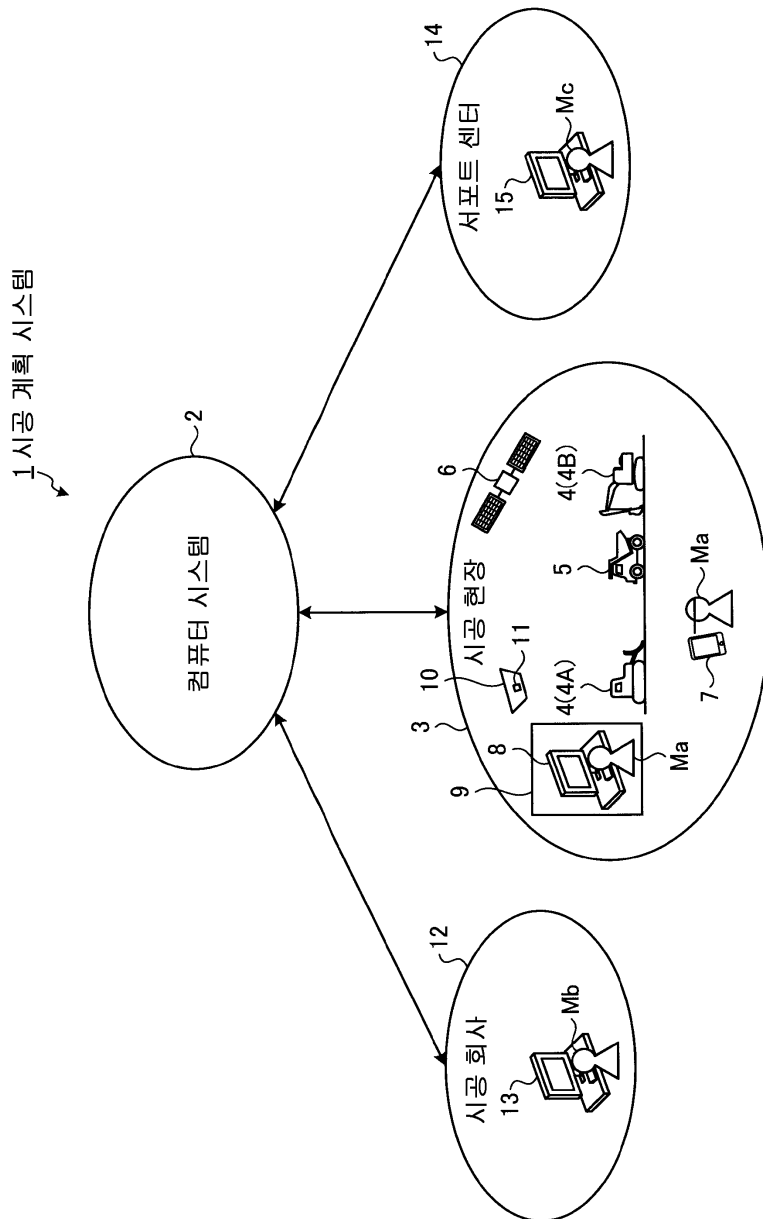
부호의 설명

- [0175]
- 1 : 시공 계획 시스템
 - 2 : 컴퓨터 시스템
 - 3 : 시공 현장
 - 4 : 건설 기계
 - 4A : 유압 셔블
 - 4B : 불도저
 - 5 : 운반 차량

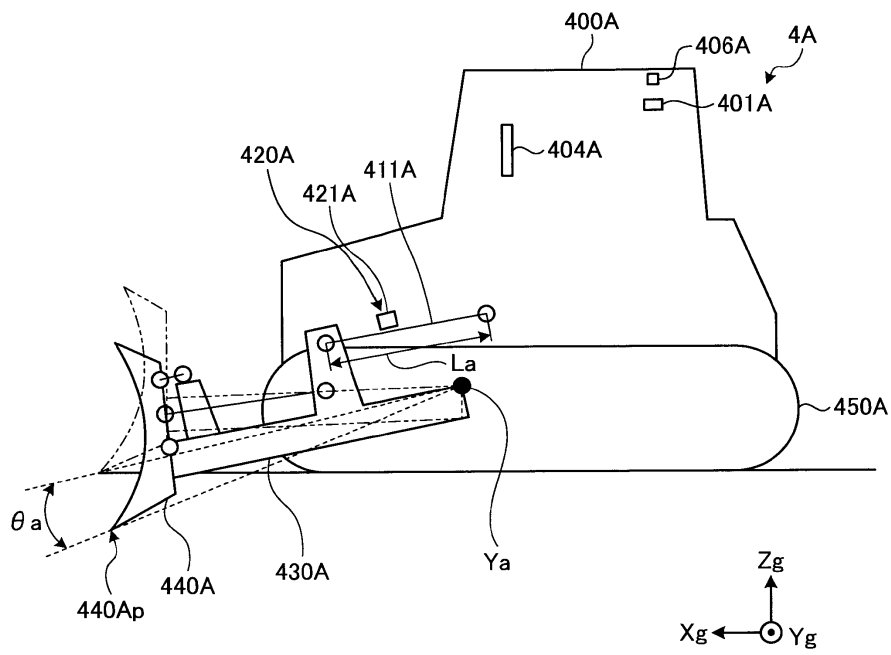
- 6 : GPS 위성
- 7 : 휴대 단말
- 8 : 퍼스널 컴퓨터
- 9 : 현장 사무소
- 10 : 드론
- 11 : 카메라
- 12 : 시공 회사
- 13 : 퍼스널 컴퓨터
- 14 : 서포트 센터
- 15 : 퍼스널 컴퓨터
- 20 : 시공 계획 데이터 산출부
- 21 : 시공 실적 데이터 취득부
- 22 : 현황 지형 데이터 취득부
- 23 : 모드 데이터 취득부
- 24 : 설계 지형 데이터 취득부
- 25 : 원 단위 데이터 취득부
- 26 : 시공 조건 데이터 취득부
- 27 : 변동 요인 데이터 취득부
- 28 : 시공 계획 데이터 출력부
- 29 : 원격 제어부
- 31 : 원 단위 데이터베이스
- 32 : 시공 조건 데이터베이스
- 33 : 변동 요인 데이터베이스
- 34 : 결과 데이터베이스
- Ma : 작업자
- Mb : 작업자
- Mc : 작업자

도면

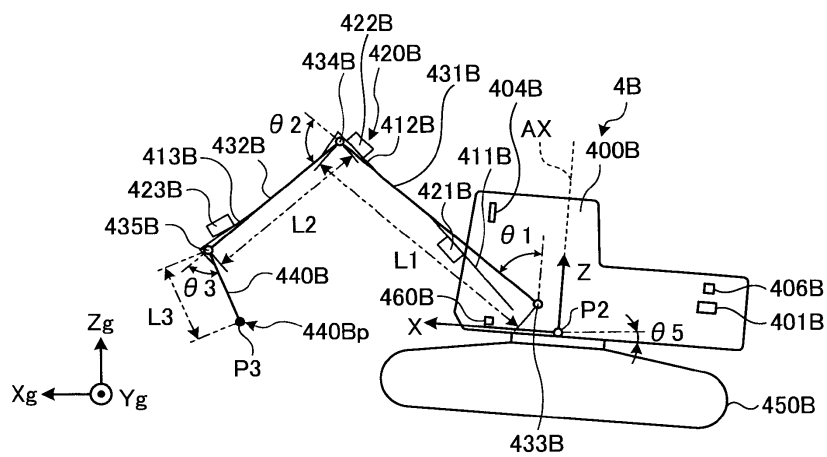
도면1



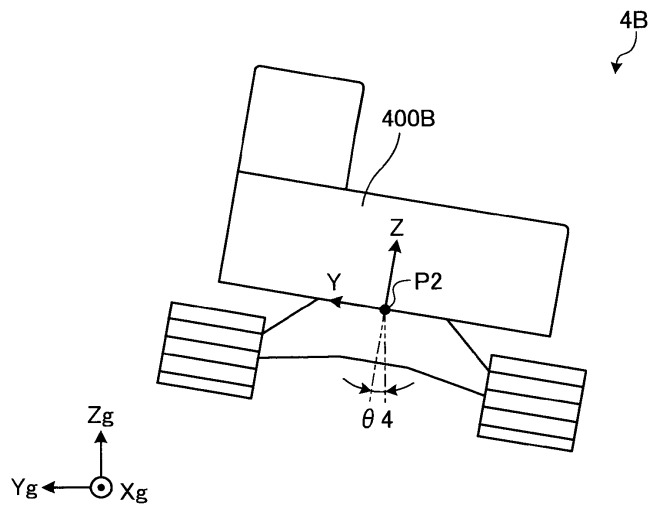
도면2



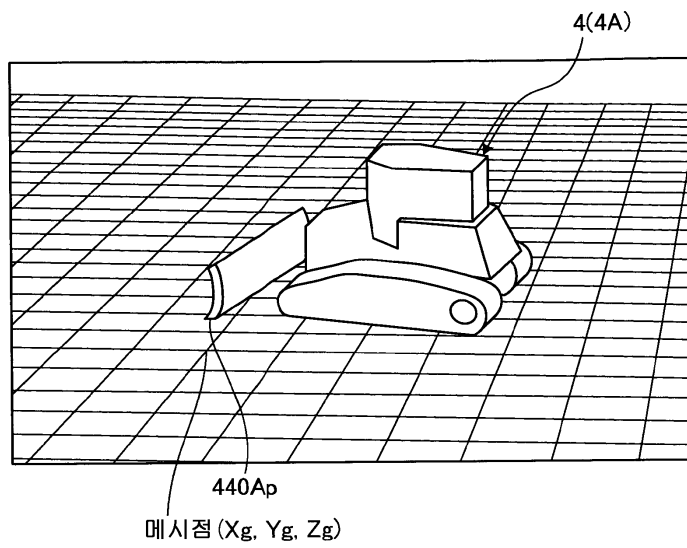
도면3



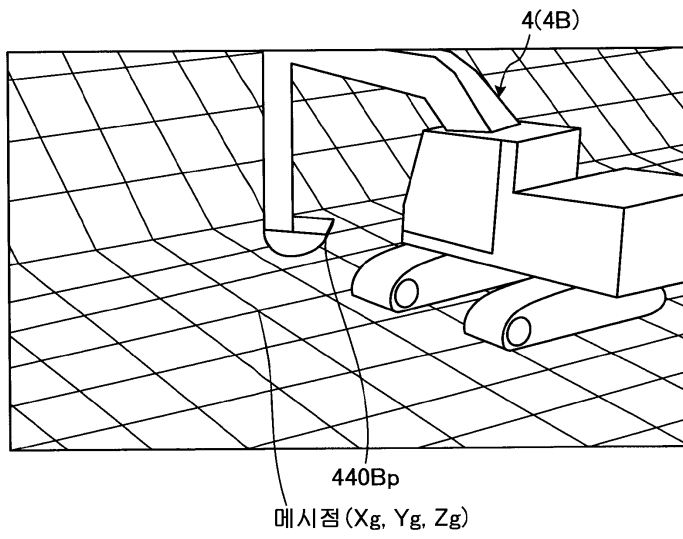
도면4



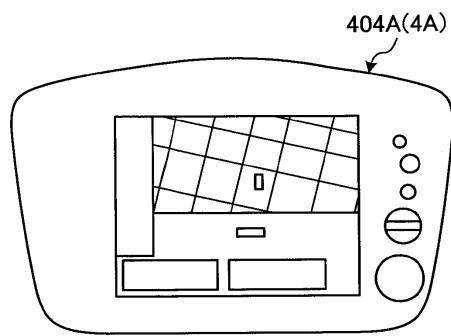
도면5



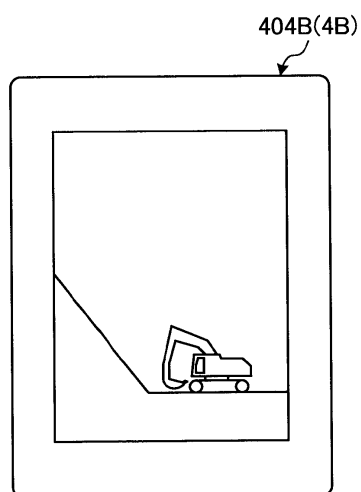
도면6



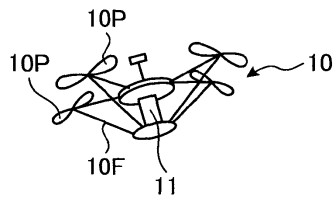
도면7



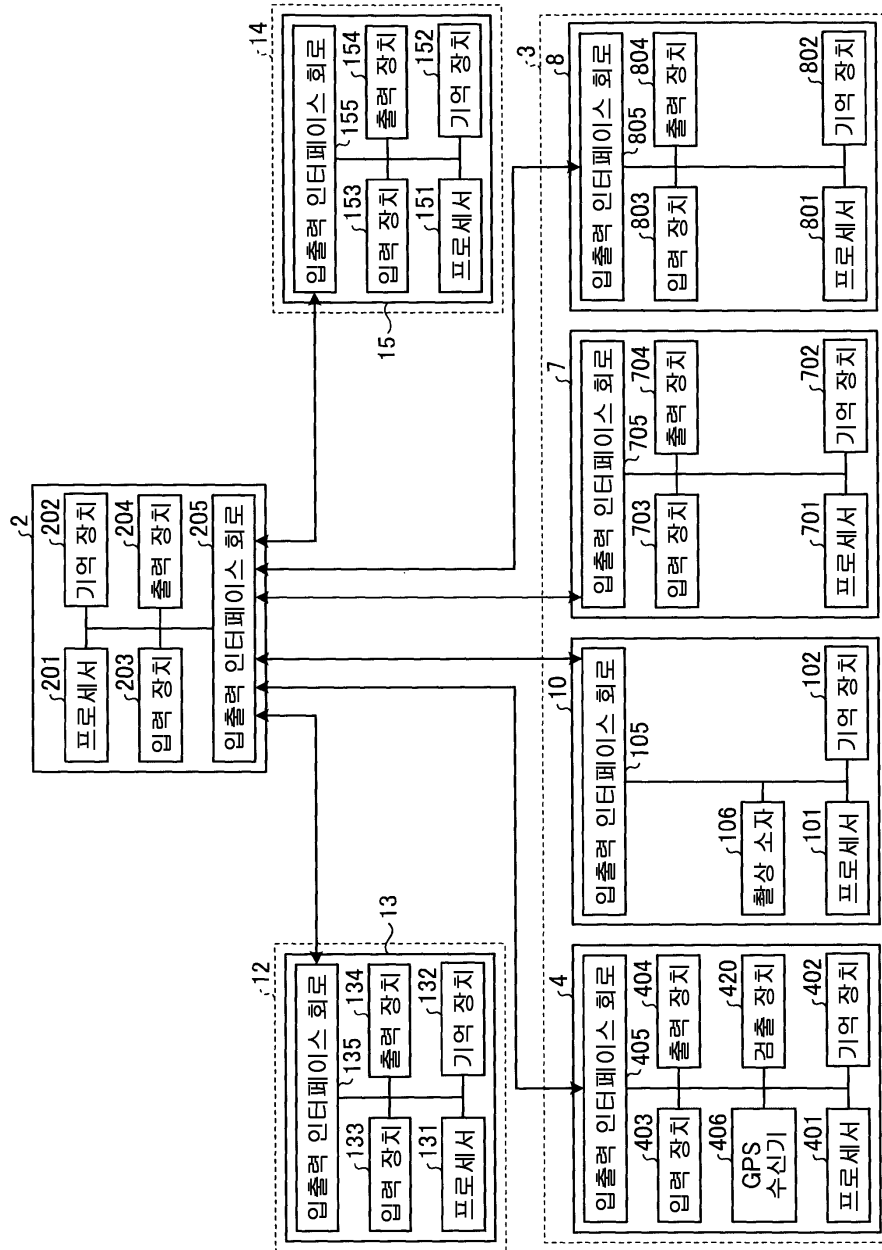
도면8



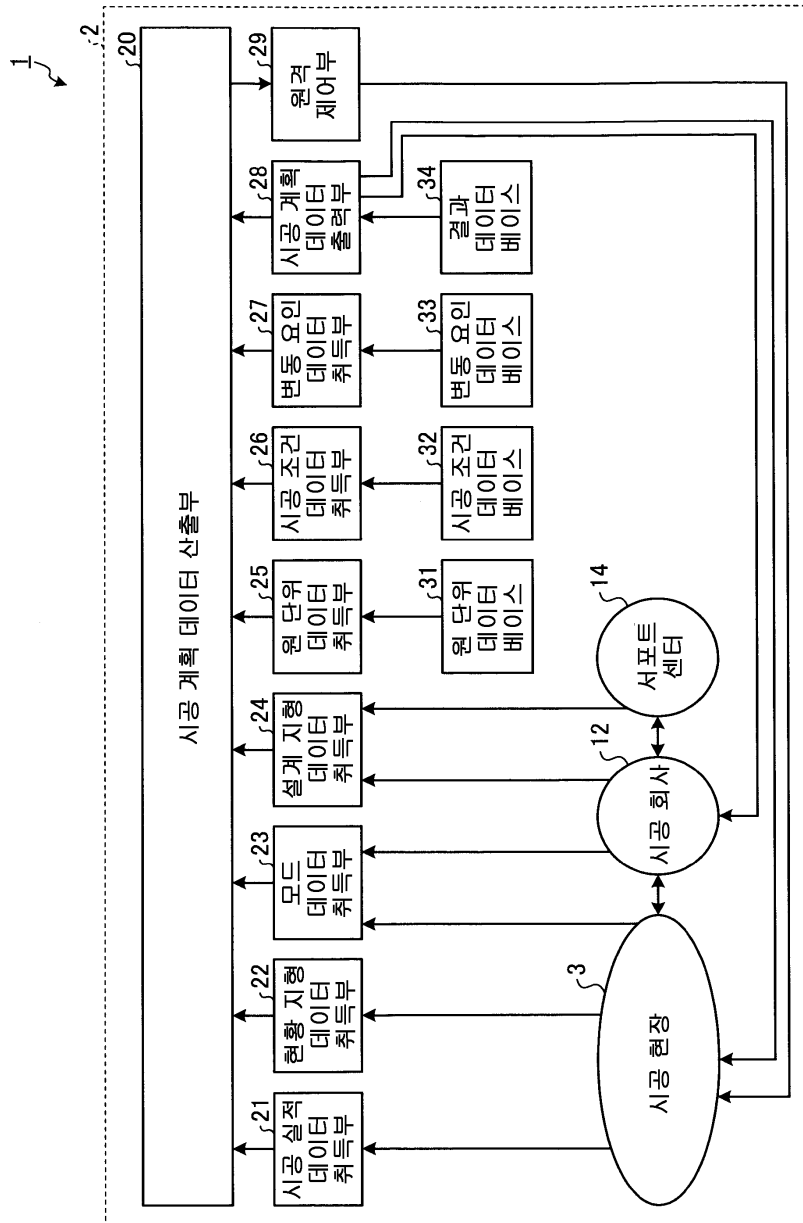
도면9



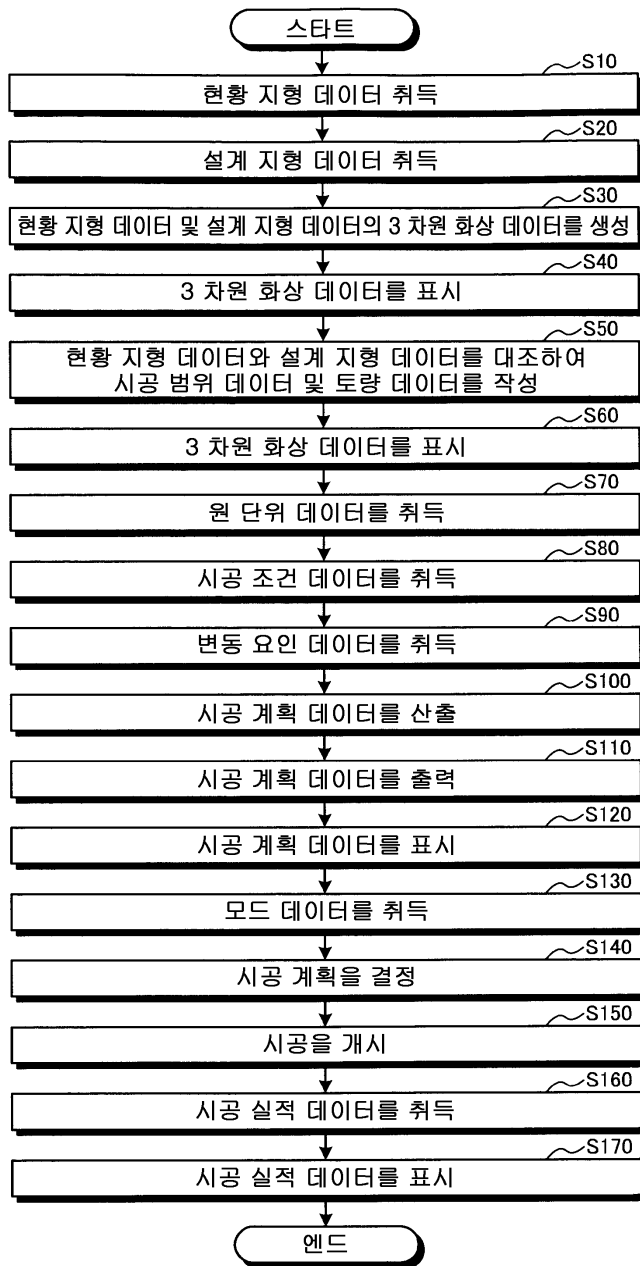
도면10



도면11

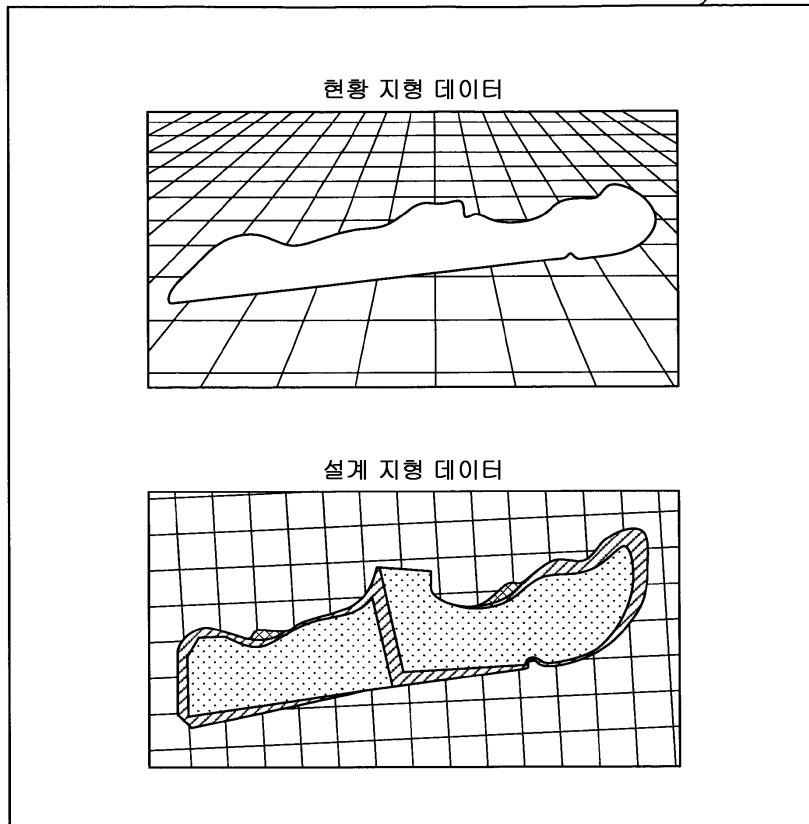


도면12

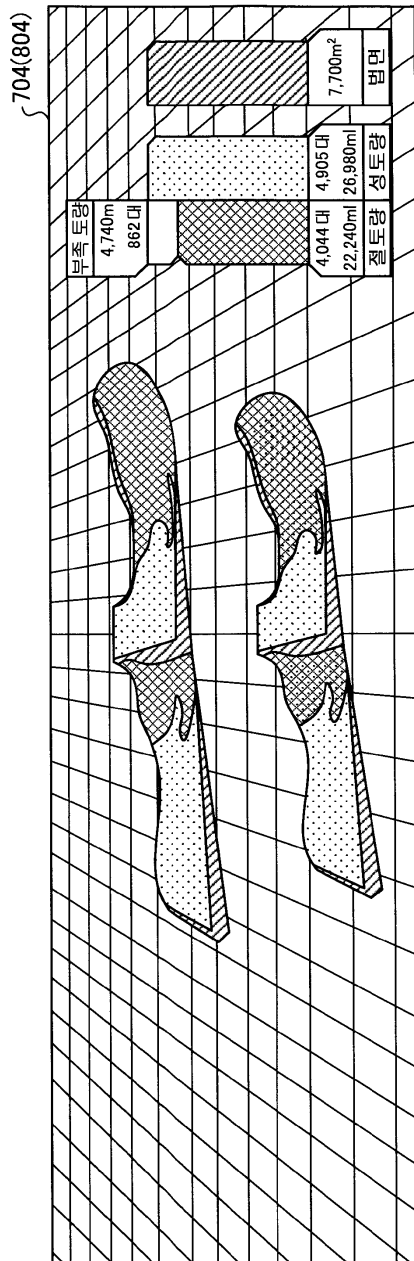


도면13

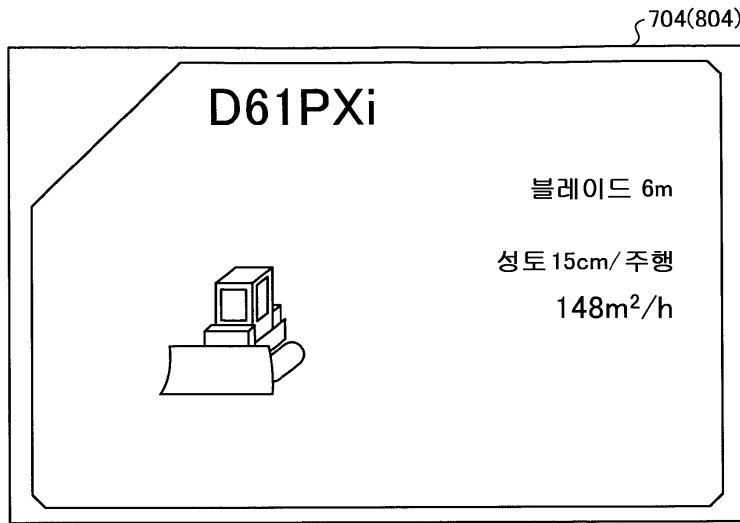
704(804)



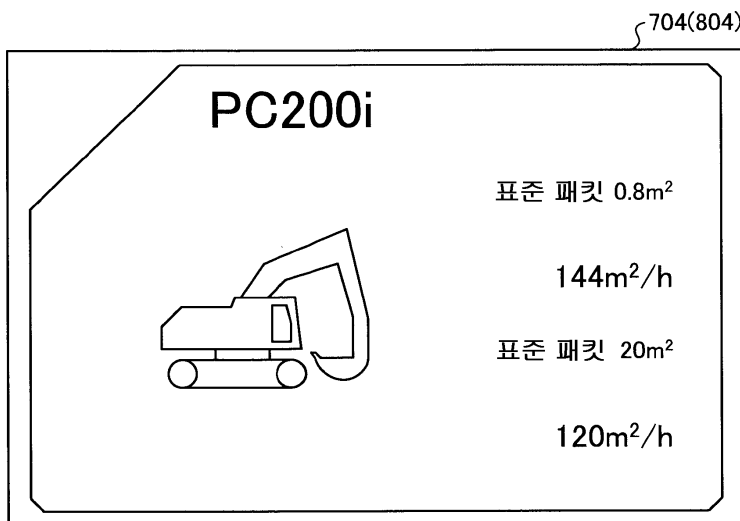
도면14



도면15



도면16

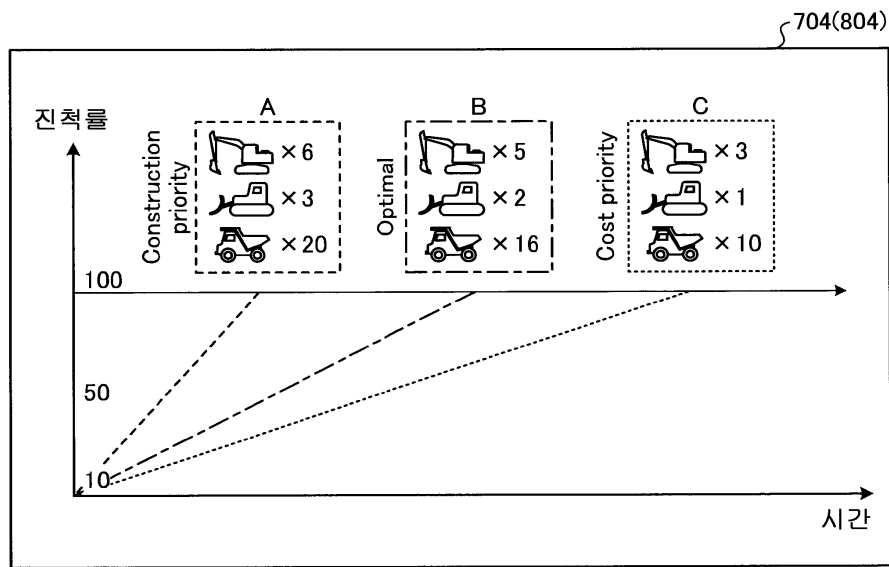


도면17

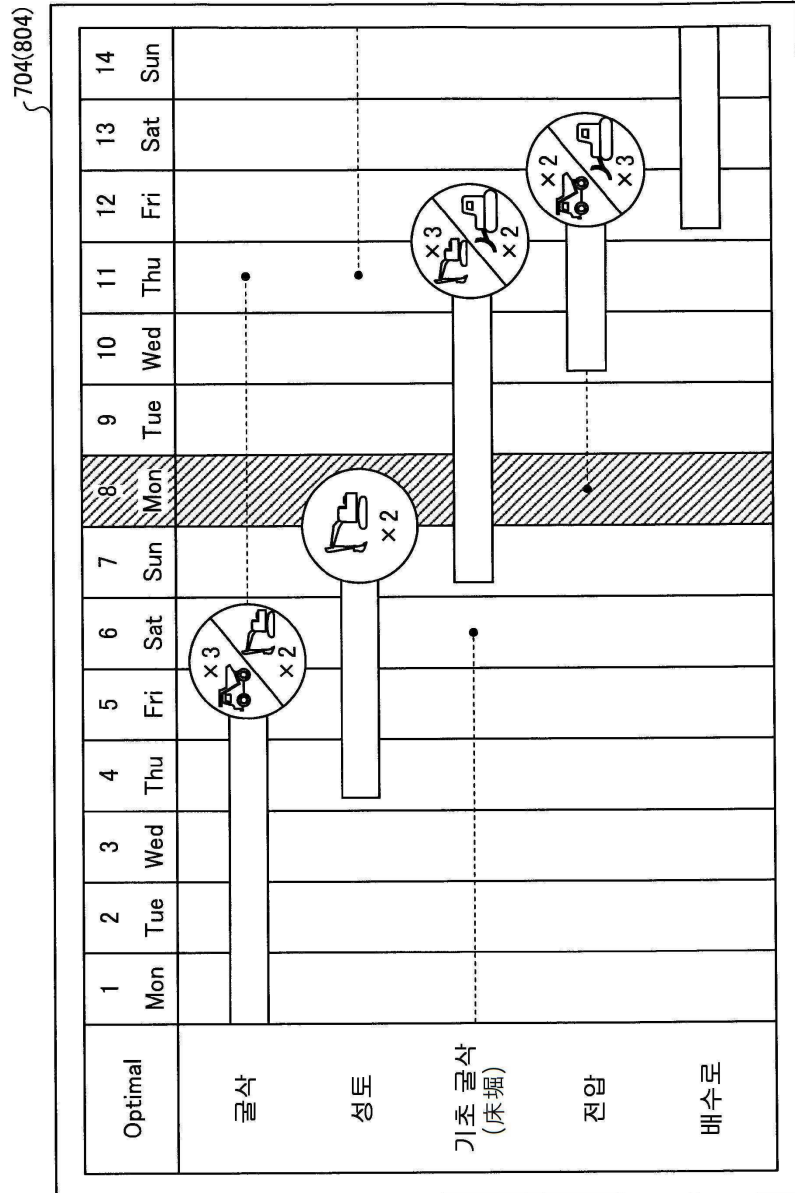
704(804)

시공 검토		시공 영역		불도저 1 셔블 1 덤프 1		불도저 1 셔블 1 덤프 10		불도저 1 셔블 1 덤프 20	
성토	2079m ²			14H	14H	14H	14H	14H	14H
삭취	1108m ²			7.7H	7.7H	7.7H	7.7H	7.7H	7.7H
반토	971m ²			24.9H	24.9H	24.9H	24.9H	15.6H	15.6H
법면	830m ²			3.5H	3.5H	3.5H	3.5H	3.5H	3.5H
측구	18m ²			1H	1H	1H	1H	1H	1H

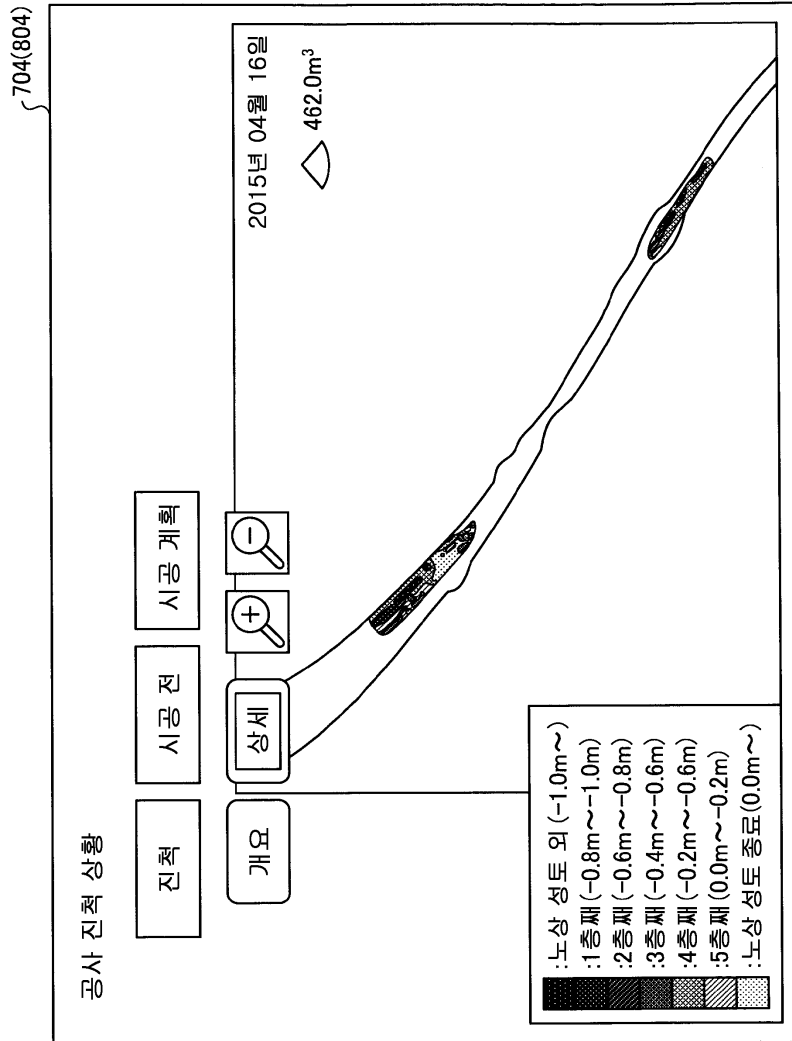
도면18



도면19



도면20



도면21

