



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년09월01일
(11) 등록번호 10-2439119
(24) 등록일자 2022년08월29일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 30/20 (2020.01) G06F 111/18 (2020.01)
G06F 30/13 (2020.01) G06Q 10/06 (2012.01)
G06Q 10/10 (2022.01) G06Q 50/08 (2012.01)
- (52) CPC특허분류
G06F 30/20 (2020.01)
G06F 30/13 (2020.01)
- (21) 출원번호 10-2021-0147819
(22) 출원일자 2021년11월01일
심사청구일자 2021년11월01일
- (56) 선행기술조사문헌
한선주 외 3명, “수평작업공간을 갖는 건설프로젝트의 위치정보 연동에 의한 선행공정표 적용방안”, 대한토목학회논문집, 제38권 제4호, pp.601-610 (2018.08.) 1부.*
KR1020210116215 A*
류한국, “선행 공정표를 생성하는 시스템 프로토타입 개발을 위한 기초 연구”, 한국건축시공학회지, 제11권 제1호, pp.1-8 (2011.02.) 1부.*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
(주)지오엔티
서울특별시 마포구 마포대로 15, 303호 (마포동, 현대빌딩)
경상국립대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
- (72) 발명자
강인석
서울특별시 서초구 잠원로 150, 7동 903호(잠원동, 잠원한신아파트)
- 지상복
서울특별시 송파구 오금로44가길 21, 나동 301호(가락동, 삼보스위트빌)
- (74) 대리인
특허법인명

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 박성우

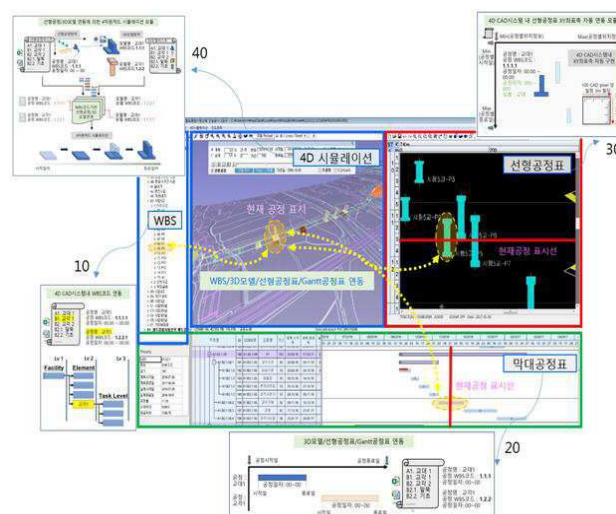
(54) 발명의 명칭 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선행공정표 기반 4D CAD 시스템 및 그 구현방법

(57) 요약

본 발명은 도로 및 철도와 같은 토목시설물 공사에서 건설공사 일정에 따라 구조물의 완성상태를 공정별 일정정보와 작업 위치정보를 동시에 표현하면서 3차원으로 연속 구현되도록 하여, 선행시설공사에서 4D CAD 공정관리 시스템의 실무 활용도를 향상시킬 수 있는 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선행공정표 기반 4D CAD 시

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



스텝 및 그 구현방법에 관한 것으로, 공정의 시뮬레이션을 위한 공사일정, 공정위치, 시설물의 CAD 데이터를 포함하는 공정관리정보가 입력되고 관리하는 입력모듈, 상기 공정관리정보의 공사일정 정보를 기반으로 공정의 일정을 표현하는 막대공정표(Gantt Chart)를 생성하는 막대공정표 생성모듈, XY 좌표평면을 구비하며 좌표평면 공간에 공정의 일정정보와 위치정보를 동시에 표현하는 선형공정표를 생성하는 선형공정표 생성모듈, 및 상기 막대공정표와 선형공정표, 및 시설물의 CAD 데이터를 기반으로 공사일정의 경과 및 공정 작업의 위치 변화에 따라 시설물의 완성도를 3차원으로 연속 구현하는 시뮬레이션 모듈을 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

G06Q 10/0633 (2013.01)

G06Q 10/1091 (2013.01)

G06Q 10/1093 (2013.01)

G06Q 50/08 (2013.01)

G06F 2111/18 (2020.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615012372
과제번호	21RBIMB158176-02
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	철도인프라 생애주기 관리를 위한 BIM기반 통합플랫폼 개발
연구과제명	철도인프라 시공관리를 위한 지능형 BIM모델 자동생성 및 시뮬레이션 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	한국철도기술연구원
연구기간	2020.04.20 ~ 2021.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

공정의 시물레이션을 위한 공정의 시작일자 및 종료일자 정보를 포함하는 공사일정, 공정의 시작위치 및 종료위치 정보를 포함하는 공정위치, 시설물의 CAD 데이터를 포함하는 공정관리정보가 입력되고 관리되는 입력모듈;

상기 공정관리정보의 공사일정 정보를 기반으로 공정의 일정을 표시하는 막대공정표(Gantt Chart)를 생성하는 막대공정표 생성모듈;

X축에 공정의 총공사 연장과 Y축에 공정의 총공사기간을 자동 산정하여 XY 좌표평면을 형성하고, 상기 XY 좌표평면 상에 서로 다른 공정이 중첩될 경우 XY 좌표평면 전체 면적 대비 중첩된 영역인 중복공정 영역을 산정하는 선형공정표 생성모듈;

진행중인 공정의 3차원 CAD 모델을 상기 선형공정표의 공사일정, 공정위치 정보와, 상기 막대공정표의 공사일정, 공정분류체계(WBS)의 공정종류 정보와 동시에 연동하여 시설물의 완성도를 공정의 일자 및 작업 위치 변화에 따라 3차원으로 연속 구현하는 시물레이션 모듈을 포함하되,

상기 선형공정표 생성모듈은 상기 XY 좌표평면에 공정의 형상, 및 작업특성을 나타내는 심볼을 상기 공정의 위치정보 및 일정정보에 따라 표기하고,

상기 선형공정표 생성모듈은 상기 중복공정 영역에서 서로 다른 공정의 선형공정표, 공정정보, 및 중첩된 공정의 중첩율을 제공하는 것을 특징으로 하는 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 선형공정표 생성모듈은 상기 막대공정표의 일정정보와 상기 입력모듈에 입력된 위치정보를 이용하여 상기 막대공정표를 상기 선형공정표로 자동변환하는 것을 특징으로 하는 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템.

청구항 7

건설공사의 공정별 일정 및 위치정보에 따라 공정의 3D CAD 모델을 연속 구현하는 4D CAD의 구현방법으로서,

(a) 입력모듈에 공정의 공사일정, 공정위치를 포함하는 공정관리정보를 입력하는 단계;

(b-1) 상기 입력모듈에 입력된 공정관리정보를 이용하여 공정의 일정정보를 표시하는 막대공정표를 생성하는 단계;

(b-2) 상기 입력모듈에 입력된 공정관리정보를 이용하여 공정의 일정정보와 위치정보, 및 공정종류와 작업특성을 나타내는 심볼을 포함하는 선형공정표를 생성하는 단계;

(b-3) 상기 막대공정표, 및 선형공정표에 현재 진행중인 공정의 일정과 단계를 동시에 나타내는 진행선을 표시하는 단계; 및

(c) 상기 막대공정표, 선형공정표, 공정분류체계(WBS), 및 진행선과 연동하여 공정의 3차원 CAD 모델을 연속 구현하는 단계를 포함하되,

상기 선형공정표에서 서로 다른 공정이 중첩되어 표시될 경우 상기 선형공정표의 XY 좌표평면 전체 면적 대비 중첩된 영역인 중복공정 영역을 산정하고, 상기 중복공정 영역은 서로 다른 공정의 선형공정표, 및 공정정보를 독립적으로 제공하는 것을 특징으로 하는 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD의 구현방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 (b) 단계에서 상기 선형공정표는 상기 막대공정표의 공정 일정정보와 입력된 위치정보를 기반으로 자동변환되는 것을 특징으로 하는 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD의 구현방법.

청구항 9

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템 및 그 구현방법에 관한 것으로, 구체적으로는 도로 및 철도와 같은 토목시설물 공사에서 건설공사 일정에 따라 구조물의 완성상태를 공정별 일정정보와 작업 위치정보를 동시에 표현하면서 3차원으로 연속 구현되도록 하여, 선형시설공사에서 4D CAD 공정관리 시스템의 실무 활용도를 향상시킬 수 있는 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템 및 그 구현방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 4D CAD(4차원 CAD) 시스템은 건설공사 공사기간의 경과에 따라 시설물의 완성도가 3D(3차원) 형상으로 연속 구현(시뮬레이션)되는 프로그램을 의미한다. 최근 국내외에서 4차 산업혁명기술이 건설공사에 본격 적용되면서 3D 기반으로 공사정보를 관리하는 BIM(Building information Modeling) 기술의 활용이 급속히 증대되고 있으며, 4D CAD 기술은 건설공사 시공단계에 적용되는 대표적인 BIM 기술로 각광받고 있다.

[0004] 이러한 4D CAD 기술은 토목공사보다 건축공사를 중심으로 활용이 확대되고 있는데, 그 이유는 건축공사는 제한된 수직공간에서 층별로 반복적인 공정이 진행되기 때문에 3D 형상의 연속 구현이 용이한 점이 있는 반면, 도로 및 철도와 같은 토목공사는 수십 km에 이르는 수평적 공간에서 비반복적으로 공정이 진행되므로 3D 형상의 연속 구현 모습을 시각화하는 것이 어려운 것에 기인한다. 또한 이러한 선형적 형태로 시공이 진행되는 프로젝트들은 모든 작업이 사업구간의 시작과 종점 내에서 거리단위로 관리되므로, 4D CAD 구현시에도 일정별 완성상태만을 표현하는 것 외에 위치를 나타내는 거리 단위로도 3D 형상을 연속 구현할 수 있는 기능이 요구된다.

[0005] 일반적으로 건설공사에 활용되고 있는 공정표는 간트공정표(Gantt chart) 표현 형식을 가지고 있다. 즉, 개별 공정이 막대(Bar) 형식으로 시작일 및 종료일에 따라 그려지는 모양이고, 공정의 위치정보 표현은 불가능하다.

[0006] 토목공사는 도로, 철도, 교량, 터널 등과 같이 긴 연장을 갖는 수평적 작업공간에서 작업이 진행되기 때문에 대부분의 공정들이 거리단위로 관리되면서 일 작업량과 분기별 공정 진행률을 파악하고 있다. 따라서 공정별 시작 및 종료일정과 함께 공정의 시작 및 종료위치 정보가 공정관리의 중요정보로 활용되고 있으며, 이러한 위치정보에 의해 광범위한 사업구간이 거리단위의 공구별로 구분되어 관리된다.

[0007] 그러나 실무적으로 활용되고 있는 공정관리 소프트웨어들은 이러한 위치정보가 없이 단순히 공정의 시작 및 종료일 관리정보만을 표현하므로 선형시설물에 시스템의 적용성이 떨어지고 있다.

[0008] 현재 국내외에서 90% 이상의 점유율을 갖고 대표적으로 활용되고 있는 Primavera P6 및 MS Project 공정관리 도구에서도 이러한 위치정보가 표현되지 않아 선형적 작업공간을 갖는 도로 및 철도 시설물 공사의 활용성에 제약 사항이 되고 있다. Primavera P6를 선형시설물공사 공정관리에 적용하여 기존의 공정관리 도구에 의한 선형시설물공사의 적용 한계성을 표현하면 하기 도 1과 같다.

[0009] 도 1을 참고하여, 토목시설공사의 대표 선형공정인 토공, 터널, 교량 등의 공정을 입력하였을 경우에 해당 공정에 대한 위치정보 및 작업의 중복이나 구간별 진행상황 등의 파악여부를 살펴보면, 공정의 다양한 선/후행 관계를 설정하여 종합현황의 파악이 가능한 장점이 있다. 반면에 해당 공정들에 대한 위치정보를 입력하지 않기 때문에 최종 사용자가 공정표에서 개별 작업의 위치정보 파악이 불가능하고, 이에 따라 거리에 따른 공정들의 작업 중복 여부의 파악도 곤란하다. 또한 이러한 공정관리 도구는 3D 형상을 표현할 수 없으므로공사 일정별 완성도를 3차원으로 파악할 수 없는 한계점이 있다.

[0010] 즉, 도로나 철도의 노반공사는 모두 거리단위로 공정이 관리되나 상기한 바와 같은 공정관리 도구는 선형공사의 작업 위치를 파악할 수 없고, 장대 터널이나 장대 교량공사에서도 구간별 또는 공구별 진행상황을 파악하기가 곤란하여 선형으로 진행되는 토목공사의 효율적 공정관리를 위한 활용성에 한계점을 갖고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은 공사의 일정정보와 위치정보를 동시에 표현하면서 시설물의 형태를 연속적인 3D 형상으로 구현할 수 있는 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템 및 그 구현방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0013] 또한, 본 발명의 다른 목적은 서로 유사한 시기와 작업공간에서 진행되는 다수의 공정들의 위치들을 선형공정표 상에 표현할 경우 3D 형상이 중첩되어 정확한 공정을 파악하기 어려운 문제를 중첩된 구역의 면적을 산정하는 알고리즘을 적용하여 중첩된 공정의 종류, 위치정보, 일정정보를 용이하게 파악할 수 있는 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템 및 그 구현방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0014] 또한, 본 발명의 다른 목적은 공정의 종류를 명확하게 파악할 수 있도록 선형공정표 상에 해당 공정의 종류를 직관적으로 파악할 수 있는 심볼(Symbol)을 표현하여 사용자의 공정 이해도를 높일 수 있는 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템 및 그 구현방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템은 공정의 시물레이션을 위한 공사일정, 공정위치, 시설물의 CAD 데이터를 포함하는 공정관리정보가 입력되고 관리하는 입력모듈, 상기 공정관리정보의 공사일정 정보를 기반으로 공정의 일정을 표현하는 막대 공정표(Gantt Chart)를 생성하는 막대공정표 생성모듈, XY 좌표평면을구비하며 좌표평면 공간에 공정의 일정정보와 위치정보를 동시에 표현하는 선형공정표를 생성하는 선형공정표 생성모듈, 및 상기 막대공정표와 선형공정표, 및 시설물의 CAD 데이터를 기반으로 공사일정의 경과 및 공정 작업의 위치 변화에 따라 시설물의 완성도를 3차원으로 연속 구현하는 시물레이션 모듈을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 또한, 상기 공정관리정보의 공사일정은 공정의 시작일자 및 종료일자 정보를 포함하고, 상기 공정관리정보의 위치정보는 공정의 시작위치 및 종료위치 정보를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0018] 또한, 상기 선형공정표 생성모듈은 XY 좌표평면의 X축에 공정의 위치정보를 표시하고, Y축에 공정의 일정정보를 표시하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 상기 선형공정표 생성모듈은 XY 좌표평면에 공정의 형상 또는 작업특성을 나타내는 심볼을 상기 공정의 위치정보와 일정정보를 따라 표기하는 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 상기 선형공정표 생성모듈은 서로 다른 공정의 중첩된 면적을 산정하여 중첩된 공정의 종류, 위치정보, 일정정보를 표시하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 상기 선형공정표 생성모듈은 상기 막대공정표의 일정정보와 상기 입력모듈에 입력된 위치정보를 이용하여 상기 막대공정표를 상기 선형공정표로 자동변환하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한, 본 발명에 따른 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD의 구현방법은 건설공사의 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표의 구현방법으로서, (a) 입력모듈에 공정의 공정관리정보를 입력하는 단계, (b) 상기 입력모듈에 입력된 공정관리정보를 이용하여 공정의 일정정보를 표시하는 막대공정표 및 공정의 일정정보와 위치정보를 표시하는 선형공정표를 생성하는 단계, 및 (c) 상기 막대공정표 및 선형공정표를 이용하여 공정의 상세 수준별 연속적으로 시설물의 완성도를 3차원으로 구현하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0023] 또한, 상기 (b) 단계에서 상기 선형공정표는 상기 막대공정표의 공정 일정정보와 입력된 위치정보를 기반으로 자동변환되는 것을 특징으로 한다.

[0024] 또한, 상기 (b) 단계에서 상기 선형공정표는 입력된 공정의 종류 또는 작업특성을 기반으로 생성된 선형공정표를 따라 심볼을 표기하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 따른 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템 및 그 구현방법은 공사의 일정정보와 위치정보가 하나의 차트에 연속적으로 표현되기 때문에 긴 연장을 갖는 선형시설물 공정을 3D 형상으로 연속 시뮬레이션 하기 용이하고 공정의 구간별 진행상황을 파악하기 용이한 장점이 있다.

[0027] 또한, 본 발명에 따른 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템 및 그 구현방법은 다수의 작업물이 선형공정표 상에 중첩되어 표기되는 경우 중첩된 구역의 면적을 산정함으로써 중첩된 공정의 종류, 위치정보, 일정정보를 명확하게 파악할 수 있는 장점이 있다.

[0028] 또한, 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템 및 그 구현방법은 선형공정표 상에 표기되는 공정의 시작부분과 끝부분이 공정을 특정할 수 있는 심볼로 표기되어 사용자의 공정 이해도를 높일 수 있는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0030] 도 1은 종래기술에 따른 Gantt Chart의 한계점을 설명하기 위한 도면,
 도 2는 본 발명에 따른 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템의 주요 구성을 설명하기 위한 도면,
 도 3은 종래의 4D 시뮬레이션과 본 발명에 따른 4D 시뮬레이션을 설명하기 위한 도면,
 도 4는 본 발명에 따른 선형공정표의 좌표축 구성체계를 설명하기 위한 도면,
 도 5는 본 발명에 따른 선형공정표의 좌표공간에서 중첩되는 공정을 파악하는 기능을 설명하기 위한 도면,
 도 6 내지 도 7은 본 발명에 따른 선형공정표에서 표기되는 심볼을 설명하기 위한 도면,
 도 8 내지 도 9는 본 발명에 따른 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템의 막대공정표를 선형공정표로 자동 변환하는 과정을 설명하기 위한 도면,
 도 10 내지 도 11은 본 발명에 따른 Gantt 차트를 이용한 공정 시뮬레이션을 나타내는 도면, 및
 도 12 내지 도 13은 본 발명에 따른 선형공정표를 이용한 공정 시뮬레이션을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명함으로써 본 발명을 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다. 또한 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한 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.

[0032] 또한, 본 발명에서 막대공정표는 공정별, 일정정보를 표현하는 Gantt Chart를 의미한다.

[0034] 본 발명은 기존 4D CAD 공정관리시스템의 문제점을 개선하기 위한 선형공정표 기반의 4D CAD 시스템 및 그 구현방법으로, 공정관리 정보들을 일정에 따라 3차원 형상으로 구현함과 동시에 공정의 위치정보를 선형공정표로 시

각화하여 제공한다.

- [0035] 이러한 선형공정표 기반 4D CAD 시스템은 공정의 WBS(Work Breakdown Structure, 공정분류체계) 코드, 공정명, 공정의 일정정보를 기본적으로 사용하며, 추가적으로 공정의 선형공정표를 표현하기 위해 각각의 개별 공정의 시작 및 종료 위치정보, 공정의 종류 또는 작업특성에 따른 심볼정보의 입력이 필요하며, 이러한 정보를 이용하여 막대공정표(Gantt Chart) 및 선형공정표를 구현한다.
- [0036] 본 발명에 따른 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템은 사용자의 편의에 따라 막대공정표를 선택하거나 선형공정표를 선택하여 사용자의 편의에 따라 4D 시뮬레이션 방법을 선택할 수 있다. 즉, 4D CAD 시스템의 막대공정표 화면에 개별 공정을 심볼로 표현한 선형공정표가 나타나며, 시뮬레이션 되는 공정의 일정정보와 해당 공정의 위치정보를 동시에 파악할 수 있다.
- [0037] 도 2는 본 발명에 따른 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템의 주요 구성을 설명하기 위한 도면, 도 3은 종래의 4D 시뮬레이션과 본 발명에 따른 4D 시뮬레이션을 설명하기 위한 도면, 도 4는 본 발명에 따른 선형공정표의 좌표축 구성체계를 설명하기 위한 도면이다.
- [0038] 본 발명에 따른 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템은 공정의 시뮬레이션을 위한 공사일정, 공정위치, 시설물의 CAD 데이터를 포함하는 공정관리정보가 입력되고 관리하는 입력모듈(10), 입력모듈(10)에 입력된 공정관리정보의 공사일정 정보를 기반으로 공정의 일정을 표현하는 막대공정표를 생성하는 막대공정표 생성모듈(20), XY 좌표평면을 구비하며 좌표평면 공간에 공정의 일정정보와 위치정보를 동시에 표현하는 선형공정표를 생성하는 선형공정표 생성모듈(30), 및 상기 막대공정표와 선형공정표, 및 시설물의 CAD 데이터를 기반으로 공사일정의 경과에 따라 시설물의 완성도를 3차원으로 연속 구현하는 시뮬레이션 모듈(40)을 포함한다.
- [0039] 입력모듈(10)에는 본 발명에 따른 공정관리시스템을 구현하기 위한 공정관리정보가 입력되고 공정리스트를 관리한다. 일례로, 공정 프로젝트를 상위 프로젝트와 하위 프로젝트로 구분하며 공정의 종류 등을 포함하는 정보인 WBS(Work Breakdown Structure, 공정분류체계) 코드 외에 후술하는 막대공정표, 선형공정표, 및 시뮬레이션 동작을 위한 공사일정, 공정위치, 시뮬레이션을 위한 시설물의 3차원 CAD 데이터를 포함할 수 있다.
- [0040] 공정관리정보의 공사일정은 공정의 시작일자와 종료일자 정보를 포함한다. 이때, 시작일자와 종료일자는 공정의 시작예정일자와 종료예정일자일 수 있으며, 실제 공정이 진행되면서 실제 시작일자와 실제 종료일자가 발생한 경우 이에 대한 정보도 포함할 수 있다. 공정관리정보의 위치정보는 공정의 시작위치 및 종료위치 정보를 포함한다.
- [0041] 막대공정표 생성모듈(20)은 입력정보(10)에 입력된 공정관리정보의 공정종류(공정명)과 공정일정 정보를 이용하여 Gantt 차트를 생성한다. Gantt 차트에서 X축은 공정의 일정, Y축은 공정종류(공정명)으로 구성된다. 도 3의 좌측에 도시된 바와 같이, 기존의 4D CAD 시스템은 공사의 일정정보만 표시하는 Gantt 차트와 3D 모델을 연동하여 표현하므로 전체 사업구간에서 공정의 위치정보의 표현이 곤란하다. 이러한 4D CAD 시스템은 제한된 공간에서 수직적으로 작업이 진행되는 건축공사에는 유용하나, 수십 km의 공사연장을 갖는 철도 및 도로공사와 같은 토목공사 공정관리에서는 활용시에 제약 조건이 되고 있다.
- [0042] 선형시설물 프로젝트에서 이러한 공정관리의 문제점을 해결하기 위해 개별 공정에 위치좌표와 일정정보를 연계한 위치기반 선형공정표를 활용할 수 있다. 위치정보를 표현하는 기능은 수평적 공간으로 진행되는 전체 사업구간에서 진행현황의 파악이 용이할 뿐 아니라 직관적으로 공정위치와 공정일정을 연동하여 파악하므로 거리단위로 작업이 진행되는 프로젝트의 공정관리 효율성을 개선할 수 있다.
- [0043] 선형공정표 생성모듈(30)은 입력정보(10)에 입력된 공정관리정보의 공정종류(공정명), 공정일정, 공정의 위치정보를 이용하여 선형공정표를 생성한다. 본 발명에 따라 생성된 선형공정표는 X축이 위치정보로 구성되고, Y축은 일정정보로 구성되며, 공정종류 또는 공정명을 형상화한 심볼이 구성된다. 즉, 선형공정표에서는 공정을 나타내는 심볼을 통해 공정 구분을 시각적으로 표현하는 동시에 공정의 일정과 위치정보를 함께 파악할 수 있다.
- [0044] 도 4는 선형공정표의 일례를 나타낸 것이며, Y축이 공사일정(Y1~Y2), X축이 공정의 거리좌표(X1~X2)로 표현되어 있다. 도시한 공정의 경우 공정의 시작일자(Y1)는 6월 1일이고, 공정의 종료일자(Y2)는 6월 16일임을 파악할 수 있으며, 공정의 시작(X1) 및 종료위치(X2)는 공사 시점부터 각각 4421m, 4461m임을 알 수 있다. 이와 같이 선형공정표에서는 공정의 일정정보와 함께 작업의 위치정보를 동시에 파악할 수 있어 선형적 작업 공간을 갖는 시설물의 공정관리에 효과적이다.

[0045] 또한, 도 3의 우측에 도시한 바와 같이 공정의 일정과 위치정보를 동시에 표현하는 선형공정표를 3D 모델과 연계하여 시뮬레이션을 구현할 수 있다. 이러한 시스템에서 선형공정표의 가로 X축은 공정의 위치정보를 나타내고 세로 Y축은 공사일정을 나타내므로, 상단의 시뮬레이션되는 시설물에 대하여 공사일정과 위치정보를 동시에 표현할 수 있다. 이와 같이 선형공정표 기반 4D CAD 시스템은 수평적 공간에서 작업이 진행되는 도로, 철도시설공사의 토공, 터널, 교량 등의 공정에서 작업위치, 작업거리, 방향 등을 일정정보와 함께 표현할 수 있어 보다 직관적인 공정관리를 수행할 수 있다.

[0046] 한편, 본 발명에 따른 선형공정표는 공정일정, 공정의 위치정보에 따라 공정의 종류를 심볼로 표현하기 때문에 공사연장이 수십 km 이상으로 구성된 선형 프로젝트의 공정관리 수행시 전체 공사구간 별 세부적인 공정의 구성과 그 일정을 파악하기에 용이하나, 서로 유사한 시기와 작업공간에서 진행되는 다수의 공정들을 선형공정표 상에 표현할 경우 공정을 표현하는 심볼들이 서로 중첩되어 표현되므로 정확한 공정을 파악하는데 어려움이 있다.

[0047] 본 발명에 따른 선형공정표는 중첩되는 공정들을 명확하게 표현하기 위해 선형공정표 상 중첩되어 표현되는 공정 심볼을 정확하게 구분할 수 있는 알고리즘을 적용한다. 이를 위해 도 5에 도시한 바와 같이 공정별 표현 위치의 면적을 계산하고, 전체 구역의 면적대비 중첩된 구역의 면적을 산정하며, 중첩된 면적의 산정방법은 아래의 식과 같다.

$$\left(\frac{(X_2 - X_3) \cdot (Y_2 - Y_3)}{(X_2 - X_1) \cdot (Y_2 - Y_1) + (X_4 - X_3) \cdot (Y_4 - Y_3) - (X_2 - X_3) \cdot (Y_2 - Y_3)} \right) \times 100(\%)$$

[0048] 이와 같이, 중복공정 기능을 활성화 후, 선형공정표 상에서 일정 및 위치정보가 서로 중첩되어 정확한 공정의 식별이 어려운 영역을 지정하면 선택영역에 표기되어 있는 모든 공정이 다중 선택되고, 이러한 공정들에 대해 중복공정 기능을 활성화하면, 도 5에 도시한 바와 같이 새 창이 열린다. 선택된 영역에 포함되어있는 중첩 공정들의 모습은 별도로 표기되며, 새 창에서도 기존 선형공정표가 보유하고 있는 기능들을 사용할 수 있다. 또한, 중첩된 공정을 나타내는 새 창의 하단에는 중첩된 공정의 종류, 위치정보, 일정정보가 목록화되어 제공될 수 있다.

[0049] 한편, 기존의 4D CAD 시스템에서 사용되는 Gantt 공정표의 경우 공정의 시작일자와 종료일자를 단순한 막대바(Bar)의 형태로 모두 나타내기 때문에 공정의 의미를 파악하기 어려우나, 본 발명에 따른 선형공정표에서는 공정의 의미를 직관적으로 파악할 수 있는 심볼(Symbol)이 시각적 형상으로 표현되어 사용자의 공정 이해도를 높일 수 있다. 일례로, 도 6에는 교각, 교대 등 해당 공정의 작업특성이 심볼 모양으로 유추되도록 구성하였다.

[0050] 이러한 심볼 모양은 같은 시스템 내에 공정별로 저장되어 있어 시스템 내 입력된 공정 심볼 형태 중 해당 공정에 맞는 정보를 선택하여 심볼 형상을 지정할 수 있다. 이로써 모든 공정을 단순한 동일모양의 막대형태로 표현하는 것과 대비해 공정표에 표현된 심볼만으로 공정의 내용을 유추할 수 있어 효율적인 공정관리 업무 수행이 가능하다. 또한, 도 7에 도시한 바와 같이 토공이나 교각 공정을 대상으로 시스템화 하기위한 심볼의 픽셀크기를 자동으로 설정하여 도시할 수 있으며, 물론 사용자의 설정으로 심볼의 픽셀크기를 설정할 수도 있다.

[0051] 한편, 종래 기술에 따른 공정관리시스템은 형식이 대부분 Gantt 차트로 구성되어 이를 선형공정표로 자동변환할 시스템의 필요성이 제기된다.

[0052] 도 8, 도 9는 본 발명에 따른 건설공사 공정별 일정 및 위치정보를 갖는 선형공정표 기반 4D CAD 시스템의 막대 공정표를 선형공정표로 자동 변환하는 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0053] 도 8의 상단은 Gantt 차트를 4D CAD 시스템 내에서 하단의 선형공정표로 변환한 것을 나타내고 있다. Gantt 차트에서 바 형태로 표기되어 있는 공정의 시작일자와 종료일자는 선형공정표에서 Y축의 일정정보에 활용되고, 공정의 시작위치와 종료위치는 입력모듈(10)에 별도로 입력되어 X축의 위치정보로 활용되어 선형공정표 상에 공정의 종류에 따라 심볼로 표현되게 된다. 도 8에 예시로 도시된 공정은 절토공정이며 심볼은 절토를 의미하는 심볼로 구성되어 있다.

[0054] 또한, 본 발명에 따른 선형공정표 기반 4D CAD 시스템은 전환률 기능을 통해 선형공정표 상의 공정정보 입력 수와 얼마만큼의 공정정보가 전환되었는지를 파악할 수 있으며, 이를 통해 선형공정표의 상세수준을 평가할 수 있는 하나의 지표로 활용될 수 있다. 도 9는 선형공정표가 시스템상에 생성된 화면을 나타내며, 우측은 선형공정표의 전환률 체크 기능을 나타낸다. 전환률 기능을 활성화하면 입력된 전체 공정의 수, 선형공정표 상에 표기된 공정의 수, 선형공정표 전환률, 미전환 공정의 수 등을 별도로 표기할 수 있다.

[0056] 도 10 내지 도 11은 본 발명에 따른 Gantt 차트를 이용한 공정 시뮬레이션을 나타내는 도면이고, 도 12 내지 13은 본 발명에 따른 선형공정표를 이용한 공정 시뮬레이션을 나타내는 도면이다.

[0057] 본 발명에서는 Gantt 차트를 기반으로 3D 객체와 일정이 연계되어 4D 객체로 구현하는 시뮬레이션 기능을 포함한다. 도 10은 기본적인 Gantt 차트 기반의 4D 시뮬레이션을 도시하고 있으며, 현재 진행되고 있는 공정에 대해서는 Gantt 차트에서 적색의 진행선으로 표기함으로써 사용자가 현재 또는 특정 일자에 진행되는 공정이 무엇인지를 쉽게 파악할 수 있다. 화면의 상단에서는 현재 진행 중인 3D 객체가 변화되는 모습과 함께 화면 하단에는 Gantt 차트의 계획 및 실제 작업일정이 표기되어 일정에 따라 변화하는 모습을 확인할 수 있어 일정에 따른 3D 객체의 변화 모양을 확인하면서 공정관리를 수행할 수 있다.

[0058] 또한, 본 발명에 따른 Gantt 차트를 기반으로 하는 시뮬레이션은 임의의 선택된 기간의 일정정보를 선별적으로 볼 수 있는데 4D CAD 시스템의 시뮬레이션 구현시 어느 수준까지 공정을 시뮬레이션할 것인지 사전에 설정할 수 있다. 도 11에 도시한 바와 같이 공사일정, 3D 객체, 4D 객체가 모두 입력모듈(10)의 WBS 코드를 중심으로 연동되기 때문에, 선택되는 WBS 코드의 레벨별로 선택적인 시뮬레이션이 가능하여 사용자의 편리성을 확보할 수 있다.

[0059] 또한, 본 발명에 따른 선형공정표 기반의 시물레이션은 3D 객체의 WBS 코드, 4D 뷰어, 선형공정표, Gantt 차트로 구성될 수 있다. 도 12를 참고하여 공정이 진행됨에 따라 3D 객체가 완성되는 형상과 함께 선형공정표 내에서도 공정 심볼이 변하는 모습을 확인할 수 있다. 화면 상단의 현재 시점의 시물레이션 객체에 해당하는 공정은 하단의 선형공정표에서 현재 진행되는 공정의 위치정보를 X축을 통해 파악할 수 있고, Y축에서는 공정의 시작 및 종료일정을 동시에 파악할 수 있다.

[0060] 도 13은 공정의 수준에 따라 Gantt 차트와 선형공정표에서 동시에 4D 시뮬레이션이 연속 진행되는 것을 나타낸다. 시뮬레이션에 따라 3D 객체와 Gantt 차트, 선형공정표가 변하는 것을 확인할 수 있고, 단계적으로 진행되는 공정의 현황을 파악할 수 있다. 이때 철도, 도로와 같은 선형시설물 공사의 경우 공사 연장이 수십 km에 달하므로 사용자가 관리하고자 하는 임의의 위치구간을 선택하여 선택구간에 해당하는 4D 시뮬레이션만 진행할 수 있는 구간 시뮬레이션을 구현할 수 있다.

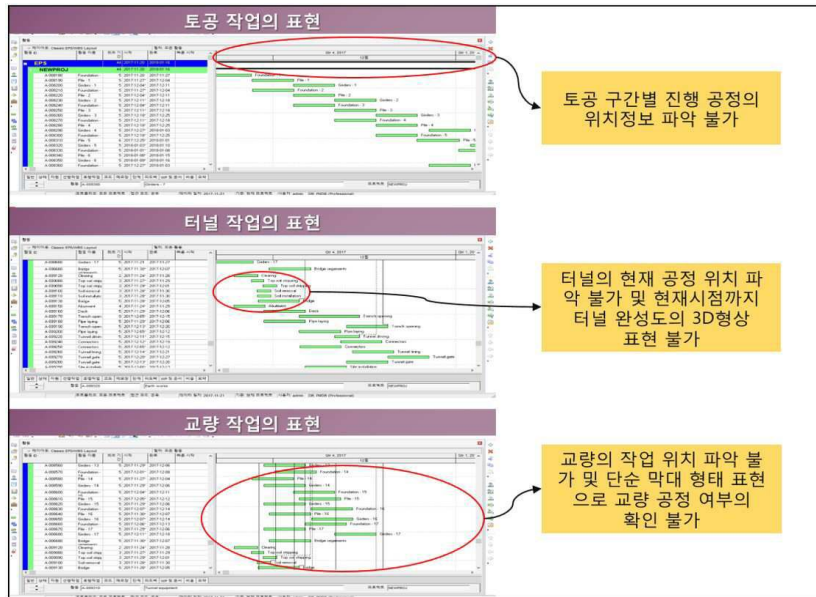
[0062] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

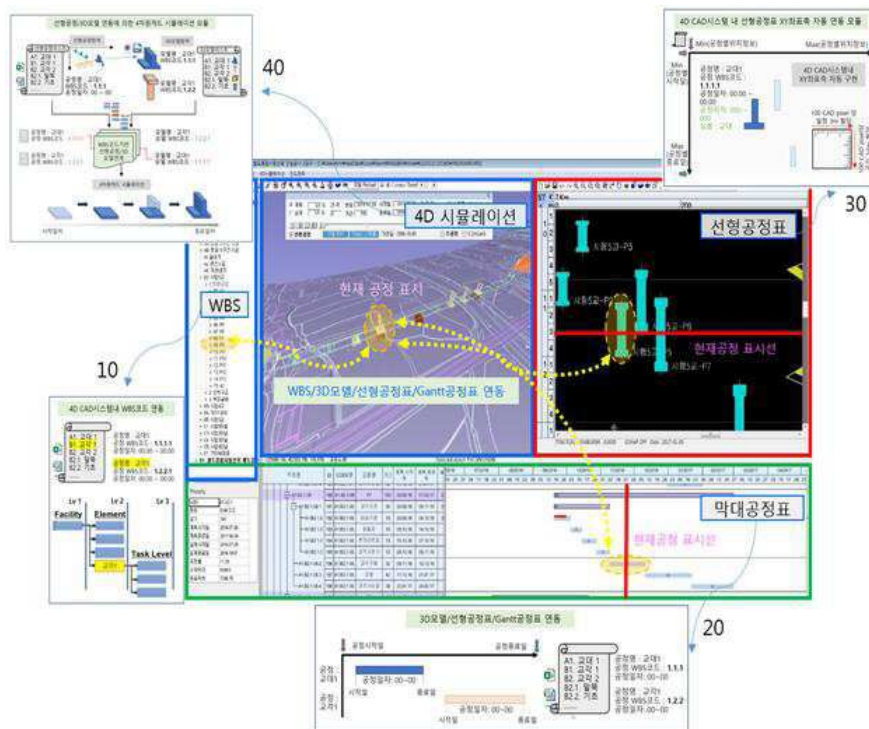
[0064] 10 : 입력모듈 20 : 막대공정표 생성모듈
 30 : 선형공정표 생성모듈 40 : 시뮬레이션 모듈

도면

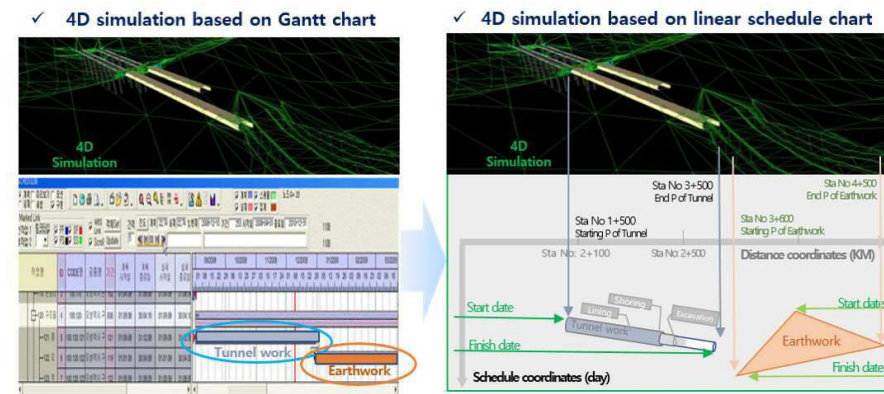
도면1



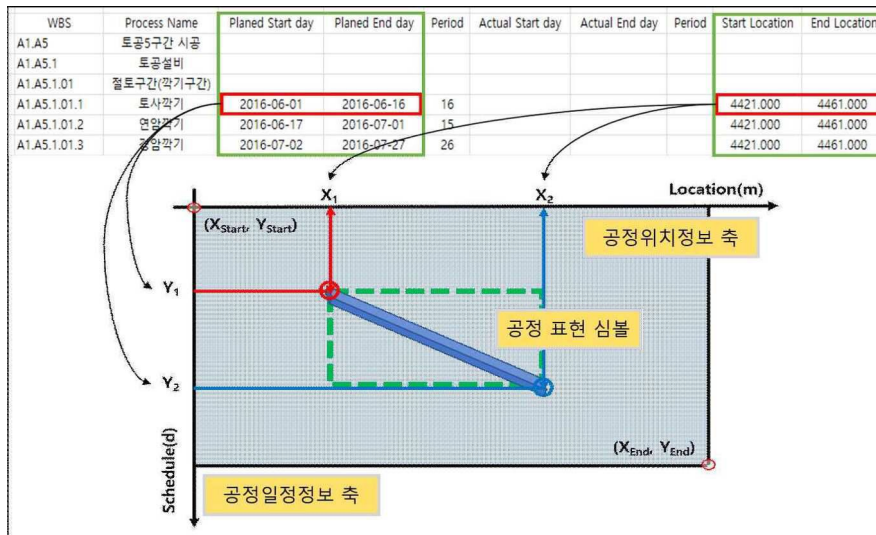
도면2



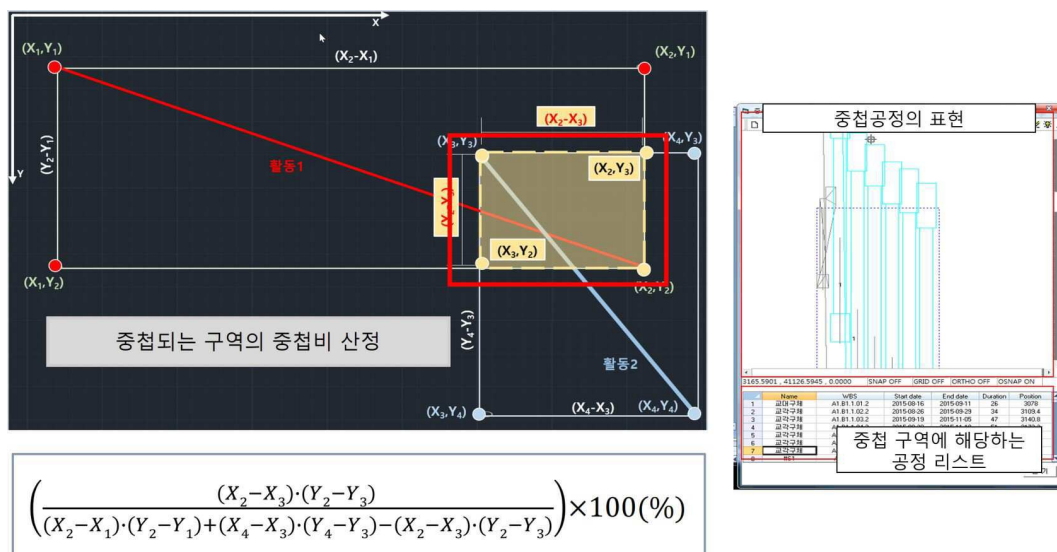
도면3



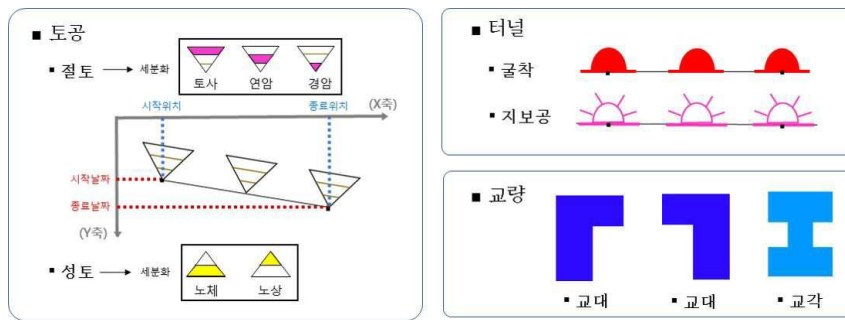
도면4



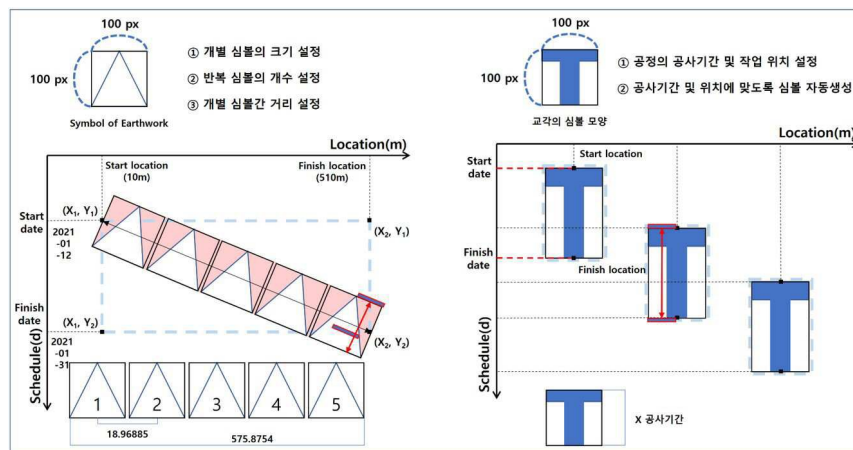
도면5



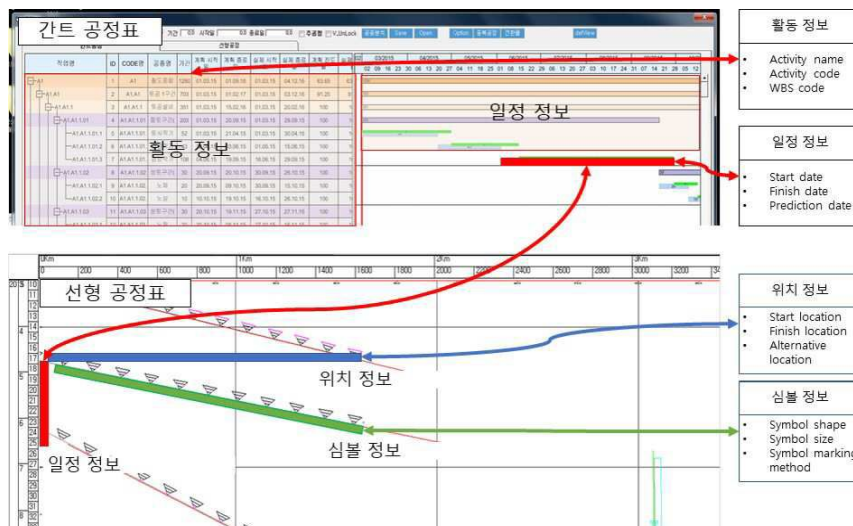
도면6



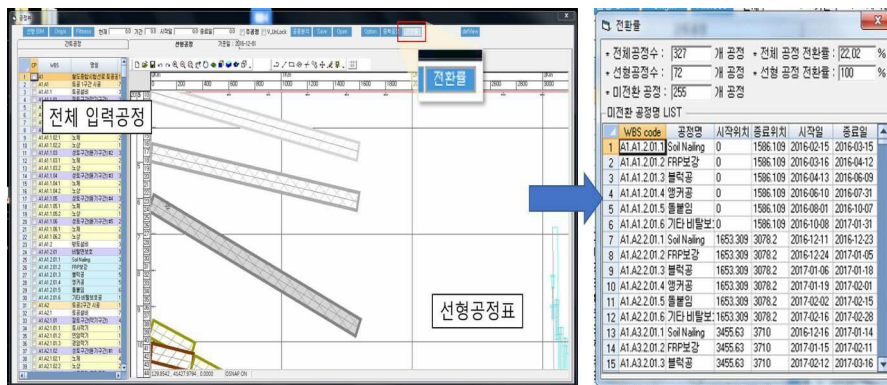
도면7



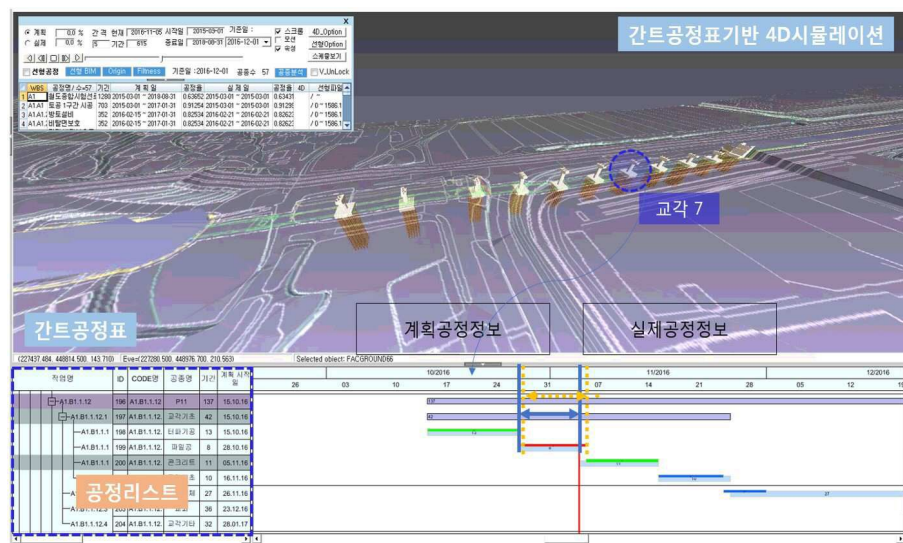
도면8



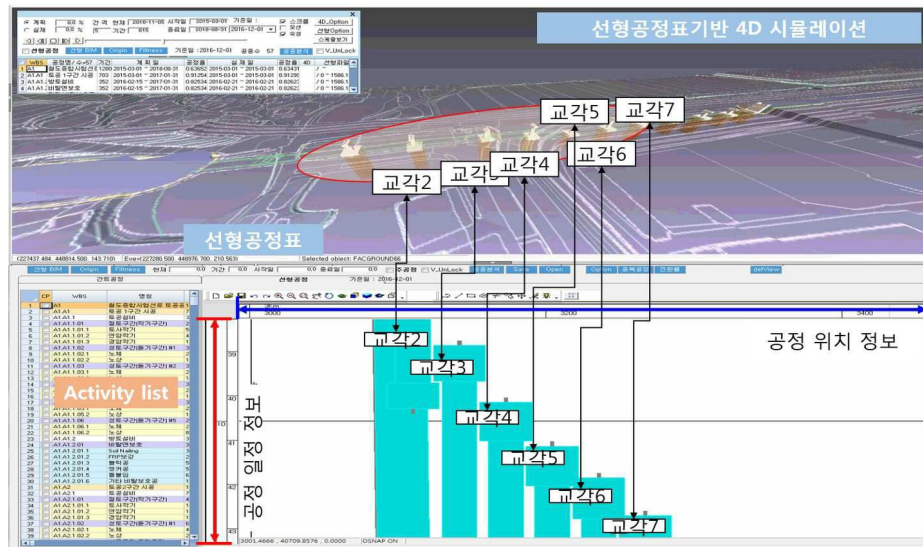
도면9



도면10



도면12



도면13

