

Autodesk Civil 3D 적용사례

# U - 건설시대에 따른 3차원 토목설계 수행 사례

3차원 토목설계에 대해 소개하면서, 유비쿼터스, U-city 등 신용어들의 등장 배경과 이로 인한 이익, 다차원 설계시의 기능과 장점들을 이야기해보고자 한다.



이혁진

캐드피아 ISD 컨설팅 매니저로 오토데스크 공인 엔지니어, ATC 공인시험 감독, 신구대학 외래 교수를 겸임하고 있다. 또한 VBCAD를 운영하고 있으며, 저서로는 AutoCAD Office가 있다.  
E-Mail | master@vbcad.co.kr  
HomePage | http://www.vbcad.co.kr

지금까지 경제와 사회기반시설물들이 성장하기에는 설계 엔지니어들의 노고가 이루 말할 수 없다. 스케치 수준의 낮은 설계방식에서 잉크를 사용한 제도, 2D 방식의 CAD(Computer Aided Design & Drafting)에서 벗어나 이제는 3차원 CAD, 4차원 CAD까지 거론되고 있는 실정이다. 더군다나 산업혁명 이후 정보혁명을 거쳐 이제는 제4의 혁명이라 불리는 유비쿼터스(Ubiquitous) 혁명에까지 이르러 GIS(Geospatial Information System)와 U-City에 이르는 방대한 U-건설의 시대가 발돋움하게 된 것이다.

“유비쿼터스(Ubiquitous)란 유·무선을 가리지 않고 언제 어디서나 네트워크에 접속할 수 있다.”라는 개념으로, 라틴어에서 유래한 “언제 어디서나 존재한다”는 뜻이며, 물이나 공기처럼 도처에 있는 자연 상태를 의미하기도 한다. 네트워크 환경이 모두 서로 연결된 상태로 이용자 눈에 띄지 않으면서도 언제 어디서나 사용 가능해야 하며, 현실세계의 사물과 환경 속으로 스며들어 일상생활에 통합될 것이라는 개념이다.

U-City는 유비쿼터스와 도시의 합성어로 도시의 기능에 자유로운 네트워크기능을 연계하여 행복한 도시를 구축한다는데 그 의의를 두고 있으며, 4D 설계는 3차원의 CAD데이터에 시간의 축을 더하여 효율적인 공정관리를 수행한다는 의미에서 4D(Dimension)라는 용어를 사용하고 있다. 이 개념은 1990년대 초 미국 스탠포드대학의 마틴 피셔(Martin Fischer)교수에 의하여 전파되기 시작하였고, 일본에서도

시미즈 건설 등에서 유사한 개념의 시스템을 개발한 사례가 등장하였으며, 국내에서도 건교부 과제로 4D-CAD시스템을 연구하여 개발하여 현장적용을 거쳐 그 실효성을 인정받은 바 있다.

이러한 신용어들의 등장배경 등과 이로써 얻어지는 이득에 관하여 살펴보도록 하고, 다차원 설계시의 기능과 장점들을 기술하려 한다.

## 건설교통부의 전략 사업 U-City

건설교통부는 건설교통 기술의 경쟁력을 높여 국가 및 산업경쟁력, 더 나아가 국민의 삶의 질을 획기적으로 개선하는 데 기여하도록 하기 위하여 지난 5월 23일 ‘건설교통 R&D 혁신로드맵(VC-10)’을 마련해 적극적으로 추진하고 있다. 혁신로드맵에는 비전 및 목표 설정, 사업구조개편, 사업운영방식, 중장기 투자계획 등이 포함되어 있다. 지난 94년에 R&D예산 12억원(건설부문)으로 시작한 R&D사업은 97년 80억원으로 늘어난 뒤, 2006년 2,620억원 투자를 기점(97년 대비 2006년까지 10년간 33배 증가)으로 오는 2015년까지 향후 10년간 6조 5,000억원이 투자돼 세계 시장에서 건설교통산업의 기술 경쟁력을 강화시킨다는 계획이다.

표 1. 건설교통부 R&D 예산 추이 (건설교통부, 2006년 8월 9일 보도자료 참조)

구분	'97년	'98년	'99년	'00년	'01년	'02년	'03년	'04년	'05년	'06년	총계
건설	80	51	76	135	222	279	469	499	909	1,300	4,020
교통	-	-	205	80	89	185	220	254	610	1,320	2,963

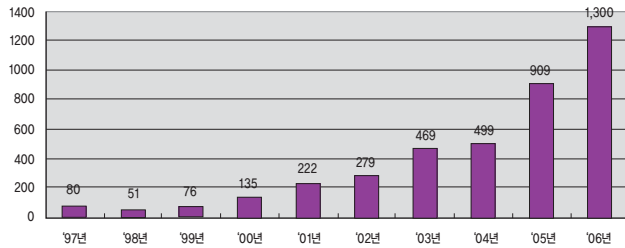


그림 1. 건설부문 R&D 예산 추이 (건설교통부, 2006년 8월 9일 보도자료 참조)

이 국가사업의 예산이 지속적으로 늘어나기도 하지만, 발표한 VC-10의 연구항목을 살펴보면 유비쿼터스, 지능형 국토정보 기술혁신, 입체형 도심재생 시스템에 관한 내용이 포함되어 있다는 것을 주의 깊게 보아야 한다. 총 4,950억원을 들여서 전국토의 3차원 지형 모델화를 추진하고, 지하 및 지상 시설물을 3차원 설계하여 결합함으로써 가상의 도시를 만들어, 첨단정보 제공과 친환경적인 도시를 구축하고자 하는 연구계획이 있다.

U-City 모델은 도시의 경제적 활력과 삶의 질을 제고하기 위한 노력으로서 위와 같은 물리적 도시개발과 유비쿼터스 정보통신기술의 계획적 융합을 통해 지속가능한 도시이면서도 지능적인 도시를 창조하기 위한 새로운 도시개발 모델이라고 할 수 있다. U-City 구상의 출발점은 도시공간에 존재하는 모든 사람, 장소, 사물들을 하나로 연결시키는데 있다. 전통적인 도시계획에서는 물리적 공간의 특성상 사람, 장소, 사물이 같은 공간과 시간 내에서는 공존할 수 있었지만 언제, 어디서나 시간과 공간을 초월하여 실시간으로 연계되어 있을 수는 없었다. 그러나 유비쿼터스 공간을 가능케 하고 이 유비쿼터스 공간들을 기반으로 U-도시가 개발될 수 있다.

U-CITY를 구축하기 위해서는 우선 실 도시의 지형구축이 필요하다. 이는 최신 지형구축 장비인 LIDAR(Light Detection and Ranging)를 이용하여 국토의 디지털화 및 입체화를 시행하여 해결할 수 있으며, 여기에 지능형 교통시스템(ITS)과 지리정보시스템(GIS) 등을 연계하여 각종 정보 및 편의를 제공하고, 시민들의 행복한 생활을 영위할 수 있도록 방법, 방제시스템을 구축, 점차적으로 U건설 부문까지도 강화할 수 있다.

또한, 건설교통 R&D사업 중에는 교량선진화 방안이 포함되어 있는데, 이는 PSC박스거더교의 설계를 개선하여 물량을 줄이고 품질을 향상시킴으로써 국가 예산을 절감하고, 건설산업 국가경쟁력을 강화하려고 발표하고 있다.

PSC(Prestressed Concrete) 박스거더교는 구조적인 이점, 미관 및 경제적인 측면에서의 우수성 등을 인정받아 전 세계적으로 가장 보편화하고 있는 새로운 교량 형식이다. 국내에서는 1981년도 원호대교를 시작으로 1990년대 이후에 본격적으로 건설되기 시작한 교량 형식으로, 특히 서울-부산간 경부고속철도의 교량 구간은 특수한 환경의 장경간 횡단 부분을 제외하고는 대부분 PSC박스거더교로 건설되었으며, 2006년 현재 국내 도로교량 길이에 따른 점유율 면에서 4번째를

차지하고 있다. 그러나 도입 시기가 비교적 최근이고 구조가 복잡하여 설계난이도가 높을 뿐만 아니라 설계 기준 등이 명확히 정립되어 있지 않아 설계자들이 설계하는 데 많은 어려움을 겪고 있으며, 설계회사 및 설계자별로 상이한 해석 방법을 사용하는 등의 문제점이 지적되어 왔다고 한다.

컴퓨터를 이용한 3차원 정밀구조해석, 실험실에서의 다양한 실험, 이론적 연구 등을 통해 도출된 문제점에 대한 해결 방안 및 개선된 설계방향을 제시하고, 설계자들이 개선된 설계법을 쉽게 따라 할 수 있도록 모범설계 예제집을 발간하였으며, 이를 통해 기존의 철근물량을 40% 이상 절감하여 공사비를 줄이는 동시에 교량의 품질까지 향상시키는 성과를 거두었다. 특히 설계 개선안을 이용하여 제작한 실험 모형에 대한 파괴실험 실시 등 실험·실증 연구를 통해 안전성을 직접 입증되었다.

3차원 해석을 위한 3차원적인 모델링 개념과 3차원 시뮬레이션으로 시공성과 부재간 인터페이스에 사전 검토를 진행한 결과로 이는 VE개념과 맞물려서 3D의 필요성을 더욱 더 가속화 할 것이다.

표 2. VC-10(Value Creator 10)

VC-10 사업	투자계획
U-ECO City	2012년까지 총 1,230억원
초고층 복합빌딩시스템	2012년까지 총 1,020억원
입체형 도심재생 시스템	2015년까지 총 980억원
지능형 국토정보 기술혁신	2015년까지 총 2,740억원
스마트 하이웨이 시스템	2011년까지 총 1,310억원
초장대 교량	2016년까지 총 1,610억원
미래 고속철도 시스템	2015년까지 총 1,367억원
도시형 자기부상열차	2011년까지 총 4,500억원
해수담수화 시스템	2011년까지 총 640억원
중소형 항공기 인증기술개발	2016년까지 총 3,400억원

## 호남고속철도 3D 설계수행

### 호남고속철도 3D 설계 요구사항



2006년 10월 16일 발표된 호남고속 기본설계를 사업수행 능력평가에 의한 제한경쟁 입찰하였다. 총공사비 약 915억에 연장 184km로 1공구~6공구까지 공구 당 약 170억 정도로 추산하여 24개월간 설계토록 발표하였다. 특히 3공구에서 토목분야에서는 최초로 전 구간 184km를 3D 설계를 적용토록 과업지시서에 명기되어 있음을 주시해야 한다.

표 3. 호남고속철도 용역입찰공고 내용 (한국철도시설공단 공고 내용 참고)

공구명	구간	연장(km)	개략 용역비(억원)	특수분야
1공구	청원~논산 (일부터키)	39.14	184	통신
2공구	논산~익산	32.18	177	전차선
3공구	익산~김제 (일부터키)	28.50	175	3D설계
4공구	김제~정읍	32.70	164	전력설비
5공구	정읍~광주 (일부터키)	40.45	174	송변전
6공구	광주~목포	48.71	43	
계		184 km	917억원	

한국철도시설공단의 3D 설계시 주요 요구사항을 간략히 정리해 보면 다음과 같다.

#### 1) 일반사항

- ① 설계는 CAD를 기반으로 3D모델을 작성, CAD 기반 구현 가능
- ② 시각적으로 구현이 가능하도록 별도의 View 기능을 구비, View 프로그램과 매뉴얼 동시 제공
- ③ 3차원 설계를 위한 표준체계 도면작성 및 관리절차서 참조
- ④ 용역준공 이후에도 프로그램 및 설계도면 무상 유지관리 시행

#### 2) 노선도 작성

- ① 3D노선도 작성구간 : 오송~광주 구간의 고속철도 노선, L=184km
- ② 3D노선도는 항공사진측량으로 제작된 정사영상사진을 기초하여 고속철도 구조물을 배치하여 노선 및 노선 주위 전경을 3차원으로 조망가능토록 작성
- ③ 노선상에 배치된 구조물의 형상 및 위치는 실제와 근접되게 작성, 구조물 별로 레이어를 분리
- ④ 차량이 주행하는 모습이 시각적으로 가능하도록 작성

#### 3) 3D 설계도면 작성

- ① 인터페이스 도면
  - 노반, 궤도, 전차선, 신호, 통신, 건축 등의 상호 간섭이 발생하는 분야는 3차원으로 설계를 검토, 이를 인터페이스 도면으로 작성
  - 공구별 또는 구간별로 반복되는 인터페이스 분야는 표준도면으로 작성(분야별 인터페이스 사항 중 간단한 사항으로 2차원 평면도면으로 인식이 가능한 분야는 2차원 평면도면으로 대체)
- ② 교량상부공 표준도 작성
  - 교량상부공 표준타입 3D 설계도를 작성
  - 설계도면은 상부구간의 철근배근, 쉬즈판, 강선, 슈, 트럼펫 등의 교량상부 부재와 궤도, 전차선, 신호, 통신설비 등의 배치상태와 이격상태 등을 판단할 수 있도록 실제 좌표로 작성
  - 교량상부 부재의 이격거리 및 치수의 측정 가능
- ③ 터널 표준도 작성

- 터널은 굴착 타입별로 표준타입에 대하여 3D 설계도를 작성
- 터널내의 노반, 궤도, 전차선, 신호, 통신 시설물의 배치상태를 알 수 있도록 작성
- ④ 토공분야 표준도 작성
  - 토공구간에 설치되는 노반, 궤도, 전차선, 신호, 통신시설물의 배치 상태를 알 수 있도록 작성
  - 성토부와 절토부로 나누어 작성

### 호남고속철도 3D설계 목적과 취지

건설교통부와 한국철도시설공단에서 선진외국에서도 초기단계에 있는 토목분야의 3차원 설계를 우리나라에서 왜 지금 3차원 설계를 적용하려 하는지 그 의도를 알아봐야 한다. 그 목적과 취지를 알고나면 3D 설계시 더 정확하고, 목표지향적인 결과물이 나올 것이다.

건설교통부와 한국철도시설공단에서는 사실상 3D설계에 안주하지 않고, 계획, 검토, 설계, 시공, 운영 및 유지보수까지 연계할 수 있는 4D설계를 구상중에 있으며, 객체지향적인 CAD를 이용하여 보다 정확하고, 의사전달이 빠르며, 공사비 절감 및 운영의 편리성을 도모하려는 배경이 있다.

업무 진행 단계별로 그 장단점 및 특징을 살펴보면 <그림 3>과 같다.

### Autodesk Civil 3D 3차원 설계 과정

Autodesk Civil3D로 3차원 설계를 진행하는 과정을 나열해 보고, 엔지니어링에서 3차원 설계를 어떻게 수행하여야 하는지의 흐름을 알아보고자 한다. 향후 진행될 공공기관 설계는 모두 3차원으로 이루어질 것으로 예측하기에 꼭 짚고 넘어가야 하는 사항들이다.



그림 2. 3차원 설계의 흐름도

### 도로 및 철도 설계

#### 3차원 지형 생성

3차원 지형생성은 종이도면에 표시되어 있는 등고선을 스캔하여 이미지화한 후, 이를 벡터 변환하여 3D의 등고선을 만든 후 3차원의 지형으로 모델링할 수도 있고, 등고선, 지점표고(텍스트) 등으로 구성된 3D의 수치지도를 직접 이용하여 3차원의 지형으로 모델링할 수도 있다. 지형도를 이용하는 경우 국립지리원에서 발행하는 수치지도나 측량기술자가 작성한 측량데이터를 이용하여 3D의 지형모델을 작성한다.

#### 3차원 지형모델을 활용한 분석

수치지도 및 측량데이터로 생성된 3차원 지형으로 삼각망 형성, 등고선, 그리드(사각형) 형태 등으로 자유롭게 표시할 수 있으며, 표고분석, 경사도분석, 우수흐름, 유역면적 등 각종 분석 및 검토를 실시간으로



## 설계

선형, 종단	설계 선형을 빠르고 용이하게 검토 진행이 가능하고, 종단 설계 시 절성토, 토공분배 등 최적 노선 선정
입체교차	각종 지하·지상 지장물, 시설물들의 간섭 여부 및 기존 보행자, 차량 등 교통의 운행 및 자장여부 판단
경관, 환경 분석	주변 자연과의 경관분석 및 환경피해를 사전에 검토, 주변 민원 발생의 최소화
방재 시스템	홍수, 태풍의 피해 및 화재, 응급 대피 시에 필요한 사전검토 및 재난 방지 시뮬레이션 수행 가능
오류, 누락	설계 중에 발생하는 각종 사전 오류 및 부대시설 또는 점검시설, 안전시설 등 누락 검토
인터페이스	타 분야(노반, 궤도, 전차선, 신호, 통신, 건축) 상호 간섭 및 복잡 구조물 부재들의 지장 검토
의견 교환	주민설명회, 대관업무, 타부서간의 협의 시 의사소통의 어려움을 3차원 구현으로 원활히 해결
설계 정보	설계사, 설계자, 설계일시, 각종 도면, 사진, 구조해석 내용, 제품이력, 그 외 특이사항 작성

## 시공

공정 관리	3D CAD 도면에 시간개념을 도입하여 4차원으로 공정관리를 진행, 체계적인 공정 수립
시뮬레이션	장비 운행경로 및 단계별 시공계획을 3차원 모델링 도면으로 사전 시뮬레이션, 공기 지연 사전 차단
시공 단계	시공 단계를 3차원 도면으로 실시간 보고, 검토 가능, 공사 장비 및 자재의 입체적인 관리 진행
설계 변경	각종 설계변경 사유 및 내용 기재, 설계변경 정보 재 갱신
시공 정보	시공사, 시공자, 시공이력, 시공사진, 각종 측량 및 검측 내용 등 특이사항 기재

## 운영/유지관리

검수	설계 또는 시공사항의 검수 시 용이하게 활용
계측정보	계측 수행 시의 이력을 모두 기재
유지보수	유지보수 내역을 기재, 구조물 및 부대공 수명연장 기대, 별도 서적 자료의 검색이 원클릭으로 PC로 가능
모의 운전	가상의 주행 연습 시행, 속도 변경, 주행성 확보 구간등 사전 운전 및 교육
운영 정보	차량 운행 현황, 승객 동선 분석, 시설물 관리 등 각종 운영에 필요한 정보 탐색

## 기대효과

설계변경 감소	설계 시 각종 변수 분석을 통해 시공시 설계변경 최소화
공기 축소	설계변경 감소, 공사차량, 자재운반 등의 공사관리를 사전 검토하여 공사기간의 연장을 방지
공사비 절감	설계 및 시공 시 사전 시뮬레이션으로 각종 누락, 오류, 설계변경을 감소시켜 공사비 절감 효과 기대
정보 관리	각종 정보를 분리하여 관리하던 것을 하나의 시스템으로 통합, 보관, 검색, 갱신 등 종합관리가 용이

그림 3. 업무 진행 단계별 장단점과 특징

로 수행 할 수 있다.

3차원 지형모델의 큰 장점 중 하나가 이를 이용하여 각종 면적, 부

피 등을 쉽고 빠르게 계산할 수 있다는 것이다, 지형 모델을 먼저 구축하고, 계획면을 구성하면 절성토의 내용을 실시간으로 분석할 수 있으며, 절토지역과 성토지역의 범위를 Graphical하게 표현할 수도 있다. 아래의 그림은 Autodesk Civil 3D로 지형생성 및 각종 분석을 수행한 그림이다.

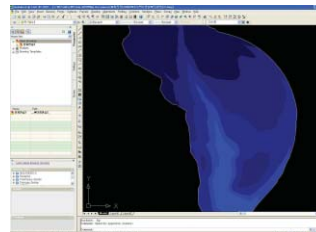


그림 4. 표고분석

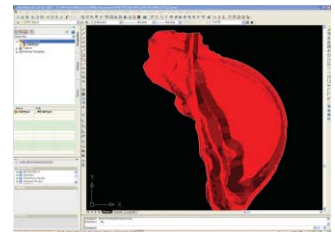


그림 5. 경사도 분석

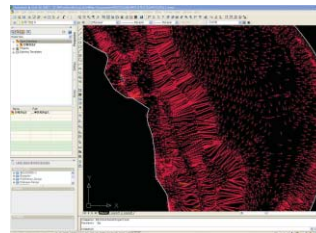


그림 6. 우수흐름을 화살표로 표현

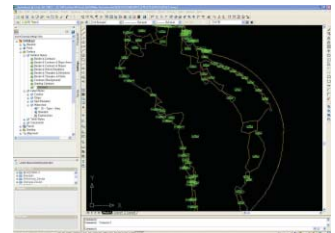


그림 7. 구역면적 구분

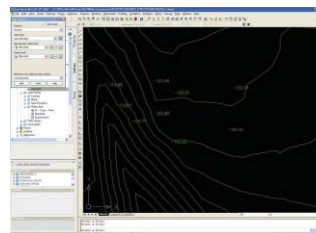


그림 8. 2지점 간의 경사도 표시

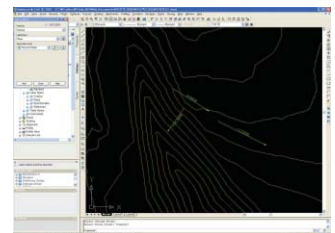


그림 9. 도로, 단지 시설물의 3차원화

## 선형 설계

예전의 종이도면위에서 곡선자를 이용하여 선형전개를 진행하였던 방식에서 탈피하여, 3차원 지형 모델링 위에 IP 또는 직선의 Line만으로 복잡한 선형을 작도할 수 있다. 도로의 클로소이드곡선, 철도의 3차물선외에 반파장사인접선감소곡선 (Sine-Half-Wave Diminishing Tangent), 블로스(Bloss)곡선도 모두 지원되며, 마우스로 간단히 몇 Point를 선택한다던가, 이미 선택되어진 선을 간단히 이용하고, 선형 변경이 필요시 그려진 이들 선들을 간단히 이동함으로써 이에 수반되는 모든 완화곡선과 IP, 연결 선형들이 동적으로 변형된다. 이는 또한 종단면도, 횡단면도 및 토공량까지 영향을 주어 모두 한 몸처럼 거동하여 결과를 바로 산출하여 주고, 완화곡선까지도 실제의

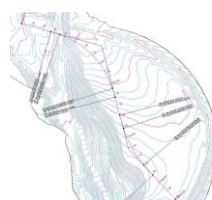


그림 10. IP 또는 기존 Line을 이용하여 선형 작성

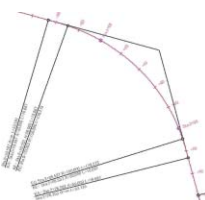


그림 11. 자유로운 표현 형식

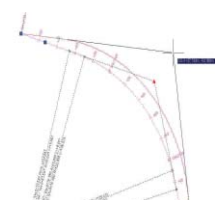


그림 12. 용이로운 선형변경

선형모습으로 새로운 객체가 추가되어 구현하면서 완화곡선상의 임의의 좌표를 요구하면 정확한 좌표값을 제공한다.

## 중단 설계

일반적으로 중단도의 작성은 등고선의 높이를 읽어 들여 원지반의 Profile을 생성하고 이를 바탕으로 토공량의 밸런스, 지장물의 횡단, 교량 및 터널 형식 등을 고려한 시설물의 중단계획을 결정하게 된다. 3차원의 지형모델과 평면선형을 바탕으로 중단면도를 작성하며 이 3가지 요소가 모두 연동되어 있어 신속한 중단면도의 작성 및 수정이 가능하다.

특이할 점은 선형이 변경됨에 따라 실시간으로 중단면도의 지반고가 변경이 되어, 자유로운 선형변형에 대한 중단면도 작성의 대응이 빨라진다는 것이다.

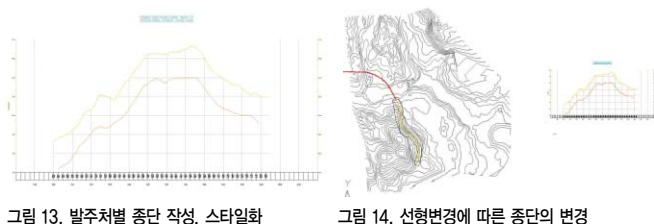


그림 13. 발주처별 중단 작성, 스타일화

그림 14. 선형변경에 따른 종단의 변경

## 횡단설계 및 물량산출

기본계획시 종래의 방법에서는 평면도와 중단면도를 이용하여 각 축점마다 수직의 선을 그어 지반고를 추출하고 계획선을 그려 횡단면도를 작성하거나, 실시설계시 실측하여 횡단면도에 단면별로 절성토 면적등을 뽑아서 엑셀 등의 계산소프트웨어에 각 수치를 입력하고 양단면평균법에 의해 합계수량을 내는 번거로운 작업을 하였다. 하지만 3차원 기법을 이용하면 기본적인 표준단면도만을 제시함으로써 모든 작업은 일괄적으로 자동으로 구성된다. 또한 이에 따른 토공량의 물량도 원하는 형식으로 생성될 수 있다.

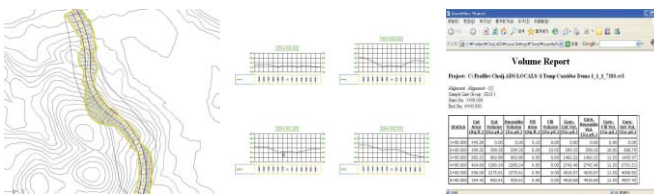


그림 15. 횡단이 생성된 평면도

그림 16. 횡단면도 생성

그림 17. 토공계산서

## 단지설계

3차원 지형이 생성되면 정지(Grading)기능을 이용하여 부지조성에 필요한 개략토공량을 손쉽게 구할 수 있다. 정지기능은 조성하고자 하는 부지의 형상을 2차원 CAD로 작성하고 이것에 표고값을 부여한 후 단부의 사면처리조건을 지정하면 3차원의 부지조성 모델을 생성할 수 있다. 물론 여기에 세부적인 설계를 위해 부지 내 도로나 하천 등의 모델로 생성한 후 면으로 구성하면 보다 정확한 3차원 부지조성 모델을 생성할 수 있다. Grading 기능을 이용하면 손쉽게 부지조성에 필요한

토공량을 알 수 있기 때문에 많은 시행착오를 거쳐 결정되는 부지계획고를 손쉽게 결정할 수 있을 뿐더러, 용지보상등의 문제로 인한 부지경계도 쉽게 알아 낼 수 있는 장점이 있다. 또한 구획분할 기능은 정확한 구획계획, 면적 산출, 토지용도 구분 등을 정확하게 손쉽게 이루어 낼 수 있다.

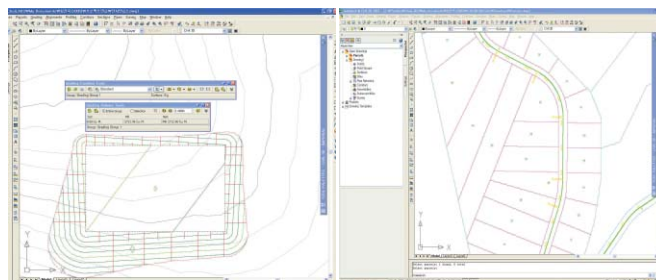


그림 18. 정지기능으로 부지 조성

그림 19. 토지이용계획에 따른 부지 분할

## 상하수도 설계

관망설계의 기대 기능으로는 콘크리트관, PVC관 맨홀 등 구조물을 라이브러리화 하여 제공하여 설계자의 필요에 따라 필요한 관이나 구조물을 가져다 쓸 수 있고, 또한 사용자가 재질 및 관경, 구조물 등을 정의하여 새로운 구조물을 만들 수 있다. 이들 관로 및 구조물을 사용자가 정의한 경사도, 토피고, 길이기준에 따라 구획도로의 선형상에 배치하는 것으로 자연유하식 관망설계에 적용될 수 있다. 또한 관로간의 인터페이스를 체크할 수 있는 기능도 수행할 수 있다. 이렇게 관망이 설계되면 그려진 관망은 중단면도 및 횡단면도에 표시가 되며 관로의 위치가 변경되면 변경된 내용이 중단 및 횡단면에 즉각적으로 반영될 수 있다.

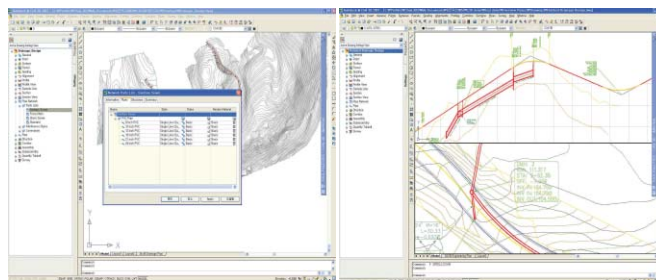


그림 20. 필요한 관 부품리스트로 관로배치

그림 21. 평면, 중단면, 횡단에 바로 적용

## 프리젠테이션

토목설계 또는 시공 프로젝트를 원활히 진행하기 위해서는 주변 주민 및 관련 이해단체에게 계획의 개요를 설명하고 이에 대한 합의를 이끌어내는 일이 중요하다. 다음 그림은 이러한 주민설명회 및 기타 설계설명회시 유용하게 사용될 수 있는 프레젠테이션 기능에 대해서 개략적인 단계별 시공계획을 나타낸것이다.

단순 작성된 시각자료보다 훨씬 높은 현장감을 줄 수 있어 상대방과 협의 시 원활한 의사소통을 수행 할 수 있다. 또한 공사장비의 이동 및 배치, 가설현황 등을 사전에 단계별 시뮬레이션 해봄으로써 공사시 발생할 수 있는 모든 안전사고를 예방할 수 있으며, 작업효율을 높



이며 사전 검토 및 지식이 수반된 작업이 진행됨으로써 얻을 수 있는 효과는 상당할 것으로 기대한다.

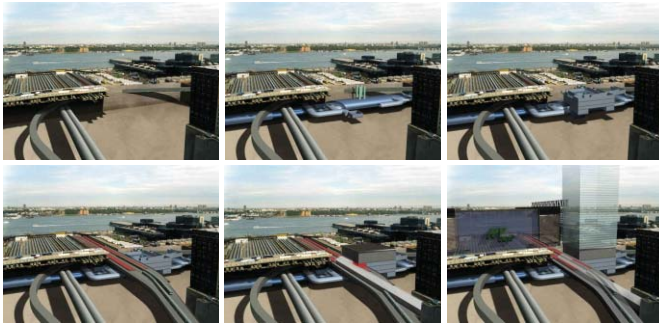


그림 22. 단계별 시공 사항 (Parsons Brinckerhoff 자료 참조)

## 다차원 설계 및 우리의 위치

다차원 CAD가 가진 기대효과는 정량적으로 표현하기 어려운 문제 이기는 하나, 인류가 컴퓨터를 사용하기 시작한 이후부터 컴퓨터 없이는 많은 업무가 마비될 정도로 컴퓨터의 영향력이 큰 것처럼, 다차원 CAD를 활용하게 되고 안정적으로 정착되기 시작하면, 3D CAD 없이 건설 업무를 수행하는 것이 불가능한 것처럼 여겨질 정도로 3D CAD가 일상화될 것으로 예상된다.

현재는 공정계획이나 진척상황을 Bar-Chart나 CPM 네트워크의 형식으로 표현하지만, 이 과정에서 표현할 수 없는 많은 정보와 문제들을 4D 설계를 통하여 확인할 수 있다. 즉 새로운 의사소통의 도구로서 3D CAD가 활용될 수 있다는 것이며, 이는 그다지 새로운 사실이 아닐 수도 있다. 다만, 3D 설계가 제대로 작동하고 일상적으로 사용할 수 있기 위해서는 전술한 바와 같은 문제나 장애요인들이 제거되고 적용상의 어려움이 회피될 수 있어야 한다. 그러기 위해서는 몇 가지 요소들에 대해서 건설부문에서 공통된 노력이 개입될 필요가 있다.

첫째로는 앞서 언급한 것처럼 2D 설계데이터를 3D CAD 데이터로의 전환하는 노력이 전개될 필요가 있다. 3D CAD로의 전환은 설계의 경쟁력뿐만 아니라 연관되는 공사부문의 경쟁력을 제고하고 결과적으로는 국내 건설산업의 경쟁력을 제고하는 중요한 변혁이라 할 수 있다. 또한 시설물의 구성요소들의 속성을 담아낼 수 있는 CAD 데이터의 표준적인 구조가 마련되어야 한다. 미국의 경우는 이와 같은 많은 고려요소들에 대해서 검증하기 위하여 파일럿 프로젝트를 다수 시행함으로써 발생가능한 문제와 그 해결방안들을 찾아가고 있다고 한다.

둘째로는 건설산업의 공정계획 및 관리수준을 제고함으로써 4D 설계를 통하여 예고자 하는 사업관리 효과를 현실화할 필요가 있다. 이는 건설회사들의 노력도 당연히 수반되어야 하겠지만, 공공발주제도의 변화가 우선될 필요가 있다. 즉, 국내 공공발주 프로젝트의 경우 공정관리의 필요성을 느끼기 힘들 정도로 발주청의 공정에 대한 관리가 취약하다. 더불어 건설회사의 경우 치열해지는 시장경쟁체제하에서 생존을 위한 노력의 일환으로 공정관리업무의 체계화에 대한 노력이 수반되어야 한다.

셋째로는 공정과 CAD데이터를 비롯한 공사관리데이터의 표준화를 통한 호환체계가 마련되어야 한다. 4D-CAD 시스템은 공정과 CAD데이터의 연계에 의하여 작동하는 시스템이기도 하며, 경우에 따라서는 원가나 시방데이터까지 연계될 수도 있다. 최근 유비쿼터스(ubiquitous) 개념이 건설에 도입되면서 시설물에 관련된 각종 정보들을 데이터화할 필요성이 대두되고 있다.

다양한 시스템들에 의하여 관리되는 서로 다른 데이터들은 상호호환될 수 있는 체계를 구축함으로써 시스템간의 데이터 교환을 용이하게 할 수 있으며, 이는 4D 설계 시스템에 있어서도 동일한 요구조건이라 할 수 있다.

우리나라에서는 4D 구축을 위한 노력으로 초기 단계이기는 하나 표준화되고 호환가능한 시스템 개발을 여러 방향으로 시도하고 있으며, 현실적으로 4D를 이용한 건설 실적이 크게 나타나고 있지 않아 접근하기가 어려운 것은 사실이다.

근래의 우리나라 다차원설계 적용사례로는 인천국제공항, 원자력 발전소, 삼성물산의 버즈두바이 등이 3D, 4D 설계 및 시공, 유지관리 기법으로 적용되었다고 하며, 호남고속철도가 3D설계로 발주되었고, 향후 타 분야까지 확대될 것으로 기대한다.

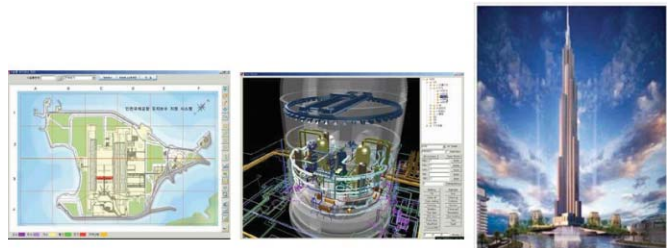


그림 23. 좌측부터 인천국제공항, 원자력발전소, 버즈두바이

## 맺음말

유비쿼터스와 GIS 지리정보, 다차원설계 등이 국가의 정책과 연구사업 등으로 인하여 우리에게 밀물처럼 밀려오고 있다. 기술적으로 아직 미흡한 부분이 많은 상태에서 제시된 과제일지도 모르지만, 조속히 처리해야 할 건설인들의 당연한 의무인 것은 확실하다.

또한 다차원 CAD 시스템은 외관상 화려하고 첨단 기술이 동원되는 것으로 비추어져 그 실질적인 활용과 정착이 오히려 어려울 수도 있다. 현재로는 2D 데이터의 3D화, 발주처의 인식 변화, 공정과 공사관리 데이터의 표준화 등 우리가 해결해야 할 과제들이 존재한다. 따라서 단계적으로 필요한 조치를 통하여 3D CAD화, 4D 시스템의 구현을 현실화시켜나가는 노력이 필요하다. 위의 전제조건들은 당면한 과제의 해결 수준에서 언급한 사항들이므로 현실화하는 것이 용이해 보이지 않을 수 있으나, 완벽한 조건이 갖추어지는 것을 기다리기보다 도전적인 시도에 의하여 다차원 설계의 영역을 개척하는 것이 보다 현실적인 대안이 될 수 있을 것으로 판단된다.