

토목분야 BIM 적용방안 및 VE사례 소개

글 | 김현성 | 토목기술부 대리 || 전화 : 02-3433-7778 || E-mail : hyunsung93@ssyenc.com
 글 | 우동인 | 토목기술부 차장 || 전화 : 02-3433-7776 || E-mail : diwoo@ssyenc.com
 글 | 김성훈 | (주)아이디엠 부사장 || 전화 : 02-529-0301 || E-mail : kevin@idm3d.co.kr

1. 머리말

근래 건축 및 토목 구조물은 그 형상이 복잡하고, 설계기법의 발전에 따라 IT를 이용한 건설 기술이 설계, 시공, 유지관리 분야에 걸쳐 놀라운 발전을 거듭하고 있다. 또한, 컴퓨터 등의 하드웨어 및 설계 전용 소프트웨어의 발전으로 대부분의 설계업무가 전산화 및 자동화로 가는 추세이다.

특히, 건축분야에서는 10여년 전부터 구조물 설계시 빌딩정보모델(BIM, Building Information Model)을 이용하여 구조물의 생애주기에 걸쳐 이를 활용하는 설계방법을 연구해오고 있으며 근래에 유명한 건축물에 이를 적용한 사례가 속속 나오고 있다. 구조물 정보 모델은 기본적으로 3차원 모델로서 기하형상, 재료특성 등의 정보를 수반하고 있으며, 이를 설계 절차 즉, 도면작성, 구조계산, 공정관리, 내역서 전반에 걸쳐 활용할 수 있는 특징이 있다.

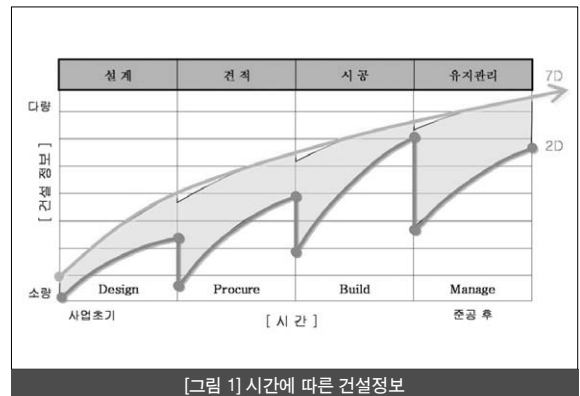
구조물정보모델(이하 통칭 BIM)을 설계에 활용할 때 가장 큰 장점은 설계도면과 수량산출의 정확성이다. 이는 3차원 모델로부터 각 방향별 투영에 의해 도면을 추출하고 또한 기하형상 정보로부터 수량을 추출하기 때문에 수작업에 의한 오류를 원천적으로 제거할 수 있다. 그 다음으로 중요한 장점은 설계 내용의 재활용성이다. 3차원모델과 도면, 그리고 수량이 모두 연동되어 있어 모델만 수정하게 되면 모든 도면과 수량이 일괄적으로 변경되므로 추후 유사한 사례에 쉽게 이용할 수 있다. 이외에도 주행 시뮬레이션, 가상현실(VR, Virtual Reality) 등의 경관계획 시공 및 장비 시뮬레이션 등의 시공계획 활용이 가능하다.

3차원 설계란 도면, 수량, 구조해석 등 모든 설계행위에 3차원 구

조물정보모델을 이용한다는 것이다. 따라서, 3차원 구조물 정보모델 구축을 정확히 이해하는 것이 매우 중요하며 설계업무량 중 가장 큰 비중을 차지하는 부분이 될 것이다. 이것은 전체 업무량의 증가를 의미하는 것이 아니라 일단, 3차원 구조물 정보모델이 구축되면 이후의 업무량은 기존보다 급격히 감소하게 되고 또한 많은 활용 가능한 장점을 수반하므로 스마트 설계 기법이라 할 수 있다.

2. 토목분야 BIM 적용의 필요성

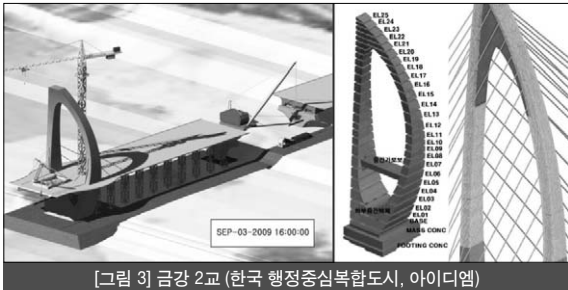
기존 시스템은 설계부터 시공, 유지관리 단계까지 각 단계별로 건설정보가 완전히 공유되지 않아 설계단계의 건설정보가 시기에 따라 다수 손실될 가능성이 많다. 따라서 하나의 건설정보모델(BIM)을 이용하여 시간적, 경제적 손실을 최소화하기 위한 건설정보의 손실방지가 필요하다.



근래에 건축물은 그 외관의 복잡성으로 BIM을 적용한 설계사례가 많아지고 있으며 토목구조물 또한 미관 및 경관에 대한 중요성이 대두되어 모든 입찰 설계에서 디자인의 중요성이 증가하는 추세이다. 따라서 2D의 설계기법으로 토목구조물의 복잡성을 설계 및 시공하기에는 많은 어려움이 있어 BIM을 이용한 설계기법이 도입되는 추세이다.



[그림 2] Lou Ruvo Brain Institute (USA, Digital Project, Gehry Technology)



[그림 3] 금강 2교 (한국 행정중심복합도시, 아이디어)

특히, 해외에서 발주되는 건설공사의 경우, 발주처 및 건축주의 디자인에 대한 요구수준의 상승으로 BIM기법을 도입한 3D로 설계 입찰하도록 규정하는 사례가 점점 늘어나고 있다.



[그림 4] 주요 국가의 공공발주 현황



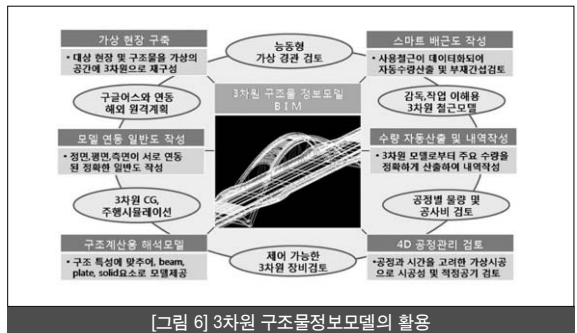
용인시민체육공원 (용인시)

낙동강 24공구 (부산청)

[그림 5] 국내 발주 현황

3. 토목분야 BIM 적용방안

토목 분야에서도 3차원 구조물 모델 구축에 대하여는 이미 많은 시도와 성과가 있었으나, 대체로 경관검토를 위한 3차원 CG나 주형 시뮬레이션이 주 용도였기 때문에, 설계 단계별로 체계적으로 적용 되어 품질증진이나 시공지원으로 연결된 사례는 거의 없었다. [그림 6]은 현재 진행되고 있는 3차원 정보모델의 설계단계별 활용 효과를 나타낸 것이다. 하나의 구조물(교량) 정보모델을 이용하여 기본적인 도면이나 해석, 수량산출은 물론, 추가적으로 경관검토가 가능한 다양한 3차원 시뮬레이션과 능동제어형 가상현실, 부재 간섭 검토가 가능한 3차원 철근모델 등 설계에 관련한 모든 단계에서 활용이 가능하다. 이에, 본 절에서는 구체적으로 각 단계별로 정보모델이 어떻게 구축되고 활용되는지 설명하고자 한다.



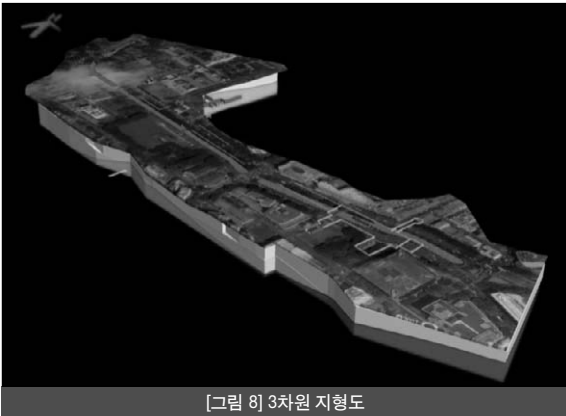
[그림 6] 3차원 구조물정보모델의 활용

3-1. 가상현장 구축

구조물의 기본 컨셉 도면과 제원을 이용하여 3차원 모델을 구성함으로써 복잡한 구조물의 위치계획을 통한 주변 환경과의 조화를 검토할 수 있도록 전산지형도 및 Google Earth를 이용한 시설물 위치계획을 수행한다. 또한 kmz 형식의 파일을 통해 계획된 구조물을 Google Earth상에 위치시켜 자유로운 시점 및 거리에서 확인해 볼 수 있다.



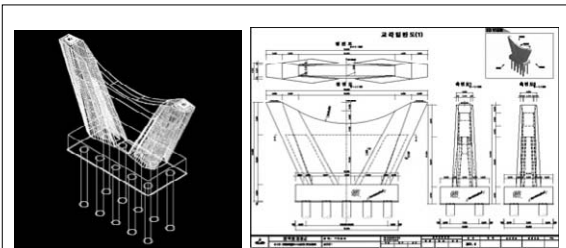
[그림 7] Google Earth를 이용한 시설물 계획



[그림 8] 3차원 지형도

그리고 지형정보(GIS) 및 지질자료(보링정보)를 이용한 3차원 지층 구조 추출로 3차원 지형좌표(그림 8)를 얻은 후 선형 및 중횡단 계획을 반영하게 되면 자동으로 토공량을 산출한다.

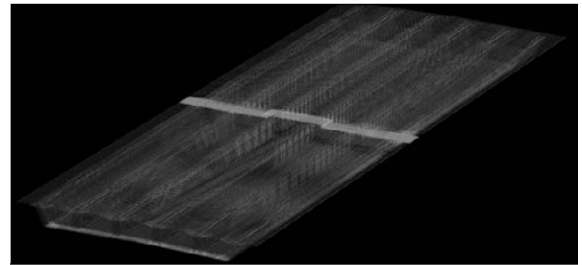
3-2. 구조물계획 및 정밀검토



[그림 9] 3차원 모델 및 일반도

3차원 구조물 계획이 완료되면, 이를 이용하여 3차원 구조물과 연동되는 일반도를 작성할 수 있다. 정면, 평면, 측면이 3차원 모델과

정확하게 일치하므로 기존 기술자의 직관에 의하던 방법에 비해 품질확보가 확실하며, 잦은 계획변경시에도 작업상의 누락이나 오류를 사전에 방지할 수 있다. 즉, 복잡한 형상의 이해를 증진시키고 정확한 도면검토가 가능하다.



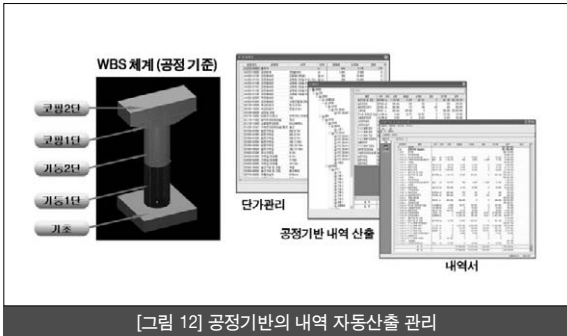
[그림 10] 3차원 철근모델

그리고 각 면에서 표현되는 철근이 서로 연동되어 3차원 데이터베이스를 이루는 3차원 배근도는 작업자나 감독자의 이해를 도울 뿐 아니라, 부재간섭이나 시공성 검토가 가능하다. 또한, 사용되는 모든 철근형상에 대해 데이터베이스가 구축되기 때문에 철근수량을 자동산출 할 수 있을 뿐만 아니라 시공상세도면이 자동 생성되므로 배근된 철근의 정확한 이해와 정밀한 철근수량 검토가 가능하다. 또한, 3차원 철근 정보를 통하여 철근반입계획을 최적화함으로써 철근 손실을 최대 5%까지 감소시킬 수 있으며 불필요한 철근을 제거함으로써 철근배근을 최적화하여 원가절감 효과를 극대화 할 수 있다



[그림 11] 철근배근 간섭검토

그리고 3차원 모델을 통한 시공 전 간섭검토를 통하여 사전에 간섭을 해소할 수 있도록 철근배근 수정이 가능하다.

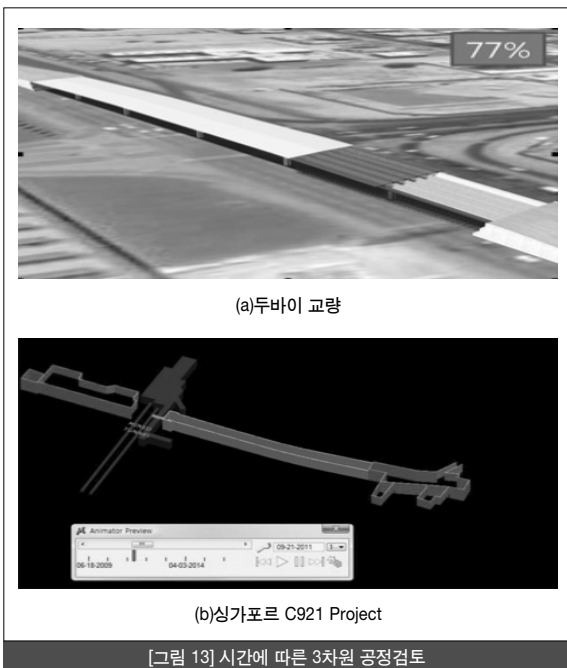


[그림 12] 공정기반의 내역 자동산출 관리

또한, 3차원 구조물 모델의 구축은 선, 면, 체적 정보를 이용하여 수량을 자동으로 산출할 수 있도록 해준다. 이는 기존의 도면을 보고 수작업에 의해 수량산출하는 방식에 비해 오류발생 소지를 없애고 3차원 모델정보만 수정되면 자동으로 수량산출량이 바뀌게 되어 작업시간도 상당히 감소하는 장점이 있다. 자동 산출된 수량 정보는 단가 및 내역 자동화 프로그램에 의해 정확한 공사비 산정이 가능하다.

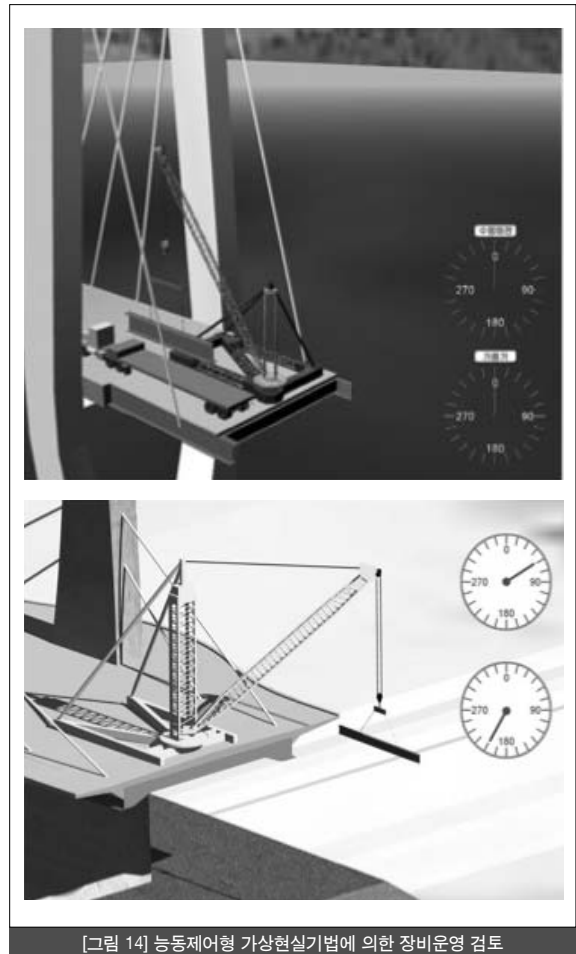
3차원 모델이 공정별로 구분되어 있는 경우는 수량과 내역을 각각의 공정에 따라 검토 및 관리가 가능하므로 실제 현장 스케줄에 따라 공사비를 관리할 수 있다.

3-3. 3차원 공정관리



[그림 13] 시간에 따른 3차원 공정검토

3차원 모델을 공정단계별로 구분하여 예정 공정에 따른 시공 시물레이션이 가능하며, 이를 통해 공기의 적정성을 검토할 수 있을 뿐만 아니라, 작업자 및 감독자의 이해를 도울 수 있다. [그림 13]은 두바이 교량 및 싱가포르 C921 프로젝트에 대한 공정 시물레이션 장면이다.

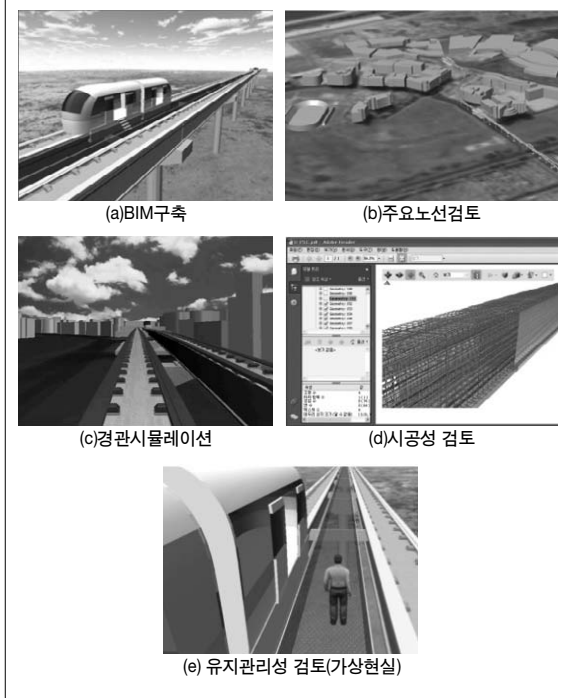


[그림 14] 능동제어형 가상현실기법에 의한 장비운영 검토

한편, 능동제어형 가상현실기법을 이용하면, 가상의 현장조건 속에서 실제 장비를 운영해 보면서 최적의 계획을 수립할 수 있으며 사전 위험요소 감지로 안전한 시공이 되도록 할 수 있다. [그림 14]와 같이 케이블 등 장비 간섭요소가 많고 크레인의 위치설정이나 붐대의 수평 및 수직 이동 등을 복잡하게 고려해야 하는 경우 3차원의 가상현실 장비운영 기법은 기술자에게 보다 이해하기 쉬운 작업환경을 제공한다.

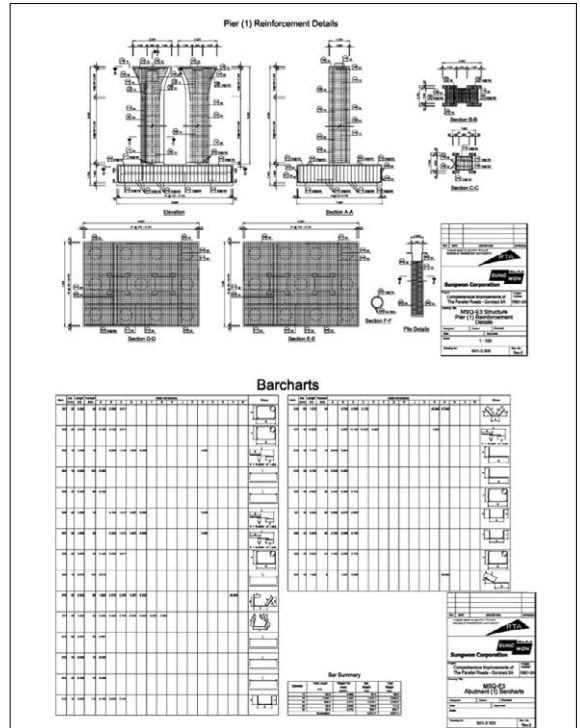
4. BIM 적용을 통한 VE사례 소개

4-1. 사례 1 : 자기부상열차 시험선(0000연구원)

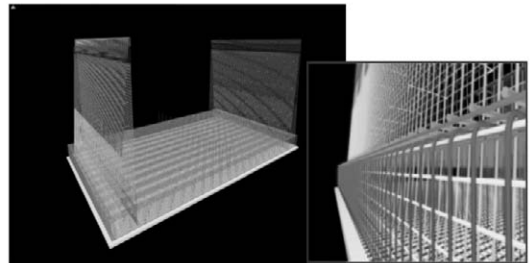


3차원 주변 현황과 노선 및 열차 모델을 이용한 비교안 검토로 최적안을 제시하고 별도의 CG작업 없이 주행 및 경관 시뮬레이션을 검토하고 사전 시공성 검토 및 유지관리 시설 점검 방안을 검토하여 시험제작비 절감, 별도의 동영상 및 CG 비용 절감, 유지관리 시설비를 절감한 사례이다.

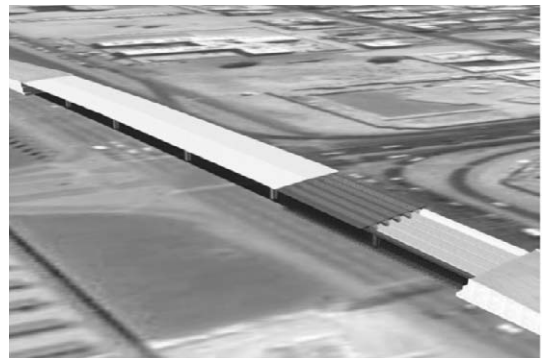
4-2. 사례 2 : 두바이 R881-2A 교량(30개소) 및 도로 시공엔지니어링(2008~현재, 00건설)



(b) 3차원 철근 모델에 의한 시공도면 작성



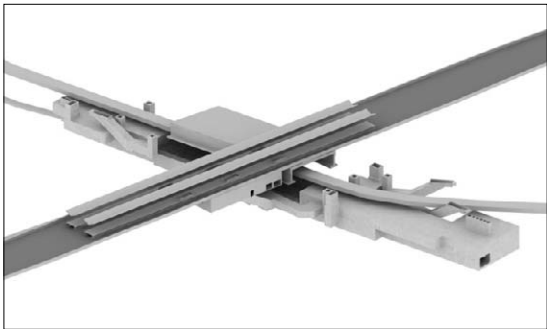
(c) 철근 간섭을 배제한 시공성 검토



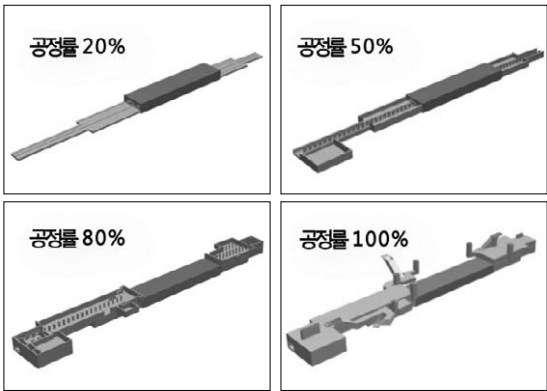
(d) 3차원 모델을 통한 공종별 공정검토

3차원 모델을 이용한 도면 및 수량 산출, 사전 시공성 검토 및 공종별 공정검토를 수행함으로써 설계 성과품의 품질 확보, 시험제작비 절감, 별도의 동영상 및 CG 비용 등을 절감한 사례이다.

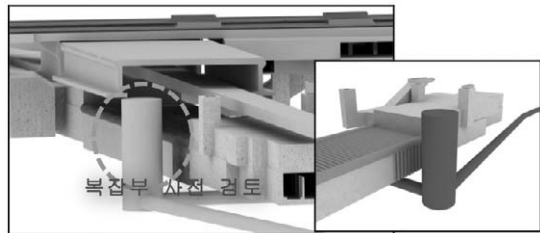
4-3. 사례 3 : 소사-원시 역사 BTL (2008,000건설)



(a)BIM구축



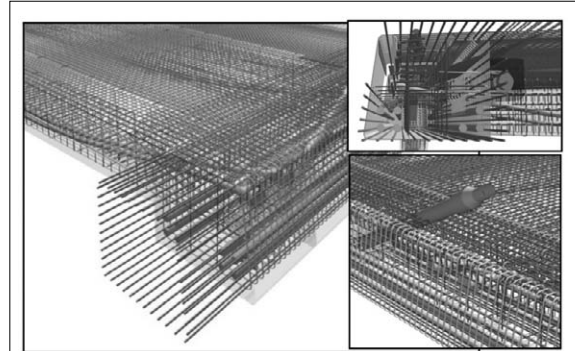
(b)공정계획 검토



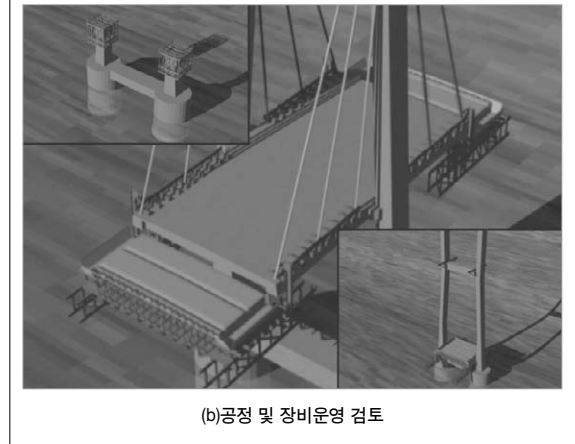
(c)사전 시공성 검토

공정별 예상 시공모델에 의한 복합공정을 최적화하여 계획한 사례로써, 3차원 역사 상세 모델을 이용하여 시공성 사전검토 및 유지관리 사용성 검토를 수행하고 연계공정 검토에 의한 공기단축으로 공사비를 절감한 사례이다.

4-4. 사례 4 : 제2돌산대교 공정 검토 (2008, 00산업)



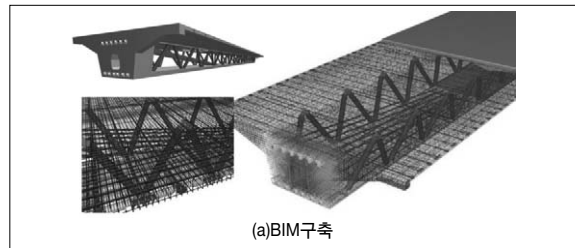
(a)BIM구축 및 시공성 검토(부재간섭 및 작업성 검토)



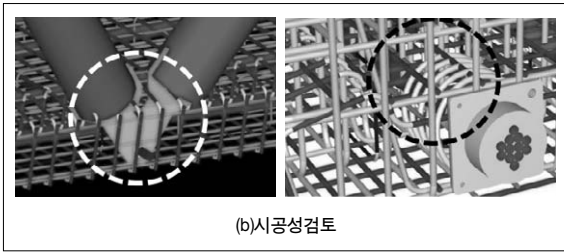
(b)공정 및 장비운영 검토

콘크리트 사강교 보강형의 복잡한 부재배치를 3차원 형상으로 모델링 하여 시공성을 사전에 검토하여 철근과 기타 부속장치의 간섭 검토를 수행하고 주요 공정 및 장비운영을 사전에 검토함으로써 시험제작비 및 추가적인 재료 및 가공비 절감, 사전 장비운영 검토로 공기단축 효과를 얻은 사례이다.

4-5. 사례 5 : Hyun-HT 교량 3차원 설계(2009, 00건설)



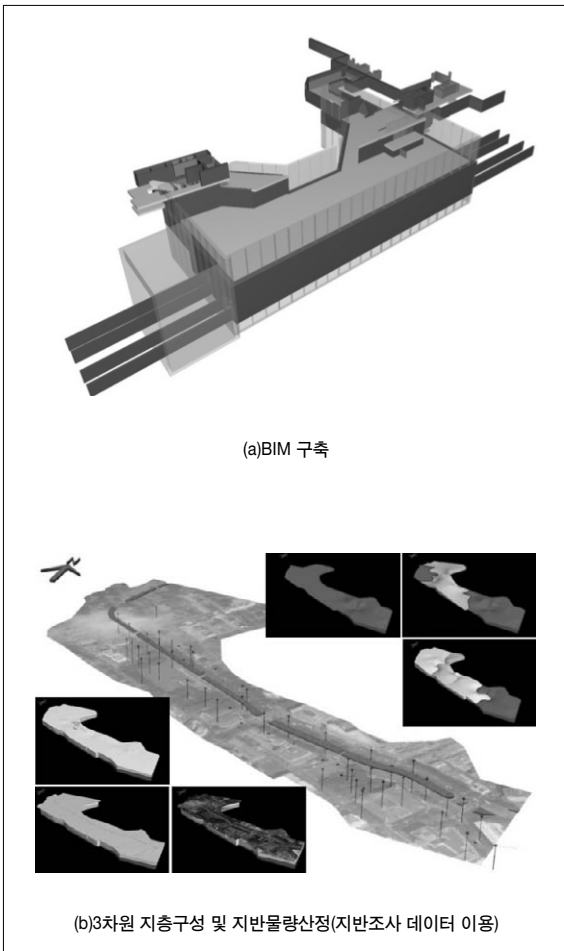
(a)BIM구축



(b)시공성검토

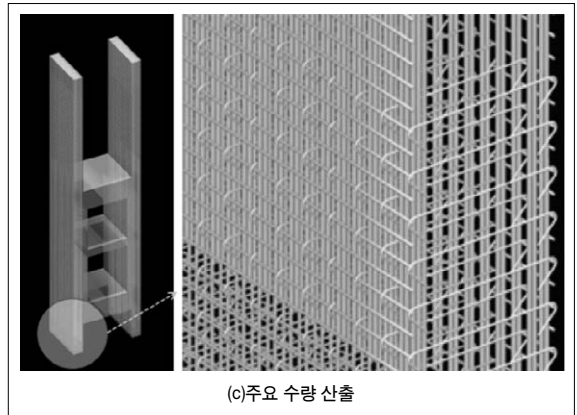
다양한 구조부재 및 입체적 형상(트러스)이 적용된 복합교량을 3차원으로 설계함으로써 복합교량에 대한 설계기간 단축 및 정밀성을 증대시키고 교량 상세부 시공성 사전 검토로 시험제작비를 절감한 사례이다.

4-6. 사례 6 : 싱가포르 C921 입찰설계 지원 (2009, 00건설)



(a)BIM 구축

(b)3차원 지층구성 및 지반물량산정(지반조사 데이터 이용)



(c)주요 수량 산출

입찰 단계시 과업구간을 3차원으로 구현하여 정확하고 신속한 계획 및 설계를 지원하여 3차원 철근 모델을 이용한 배근도 작성 및 수량 산출, 철근손실을 최적화함으로써 복잡한 구조물에 대한 설계기간 단축 및 정밀성 증대, 사전 시공성 검토로 시험제작비 등을 절감한 사례이다.

5. 맺음말

앞서 구조물 정보모델(BIM)의 정의 및 필요성과 이를 설계에 활용하는 방법에 대해 설명하고 실제 업무에 활용한 VE사례를 소개하였다.

갈수록 경쟁이 심화되는 입찰여건, 발주처의 품질요구 수준의 향상 및 시공사의 원가절감에 대한 노력 등은 상호 모순된 건설산업의 일면을 보여주지만, 발주처와 건설사가 서로 Win-Win할 수 있는 품질준수의 약속으로 토목건설에도 BIM기법과 같은 최첨단 IT 기술을 도입함으로써 설계 및 시공분야를 모두 아우르는 건설산업의 획기적인 변화가 있길 바란다.

또한, 원가절감 및 품질확보를 보증하는 BIM기법을 토대로 VE를 수행한다면 앞서 언급하였듯이 발주처와 시공사 그리고 설계사가 지 모두 신뢰할 수 있는 건설품토가 조성될 것이다. 추후 국내외에서 실제 적용한 VE사례를 바탕으로 치열한 세계 건설시장에서 국내 건설기업이 우위를 선점하기를 기대한다. **SS**

참고문헌

구조물 정보모델을 이용한 3차원 스마트설계, 2008, 대한토목학회