

# PSC Beam 교에서의 3D 설계 효율성

## The Efficiency of 3D Design in the PSC Beam Bridge

신 욱 범<sup>1)</sup> • 안 도 환<sup>2)</sup>  
Shin, Wook-Beom • Ahn, Do-Hwan

---

### ABSTRACT

A case study is conducted by between using 3D integrated automatic design software(ABeamDeck, AAbutPier) and using autocad without program to validate the method. As a result, there are many profits introducing the 3D design in the construction, especially, to make up for defect of existing design method. 3D design will enhance the efficiency of construction tasks by supporting a system of sharing and exchanging information throughout all the stages of construction, from design, production and installation to maintenance.

*Keywords: 3D integrated automatic design, ABeamDeck, AAbutPier, 3D design*

---

## 1. 서 론

최근 국내 건설업계는 건설사업 수행체계 선진화와 기술인력 생산성 향상을 목표로 건설표준화, 건설엔지니어링 글로벌화, 건설정보화 확산을 꾀하고 있다. 그 일환으로 계획, 설계 단계에서부터 3D입체 설계 정보를 기반으로 건설 프로젝트 생애주기 동안에 참여한 주체들이 효과적으로 정보를 생성하고 공유하며, 수정 관리할 수 있도록 하는 첨단 건설정보화 시스템 연구가 활발히 진행되고 있고 또한, 그 효율성 제고를 위해 많은 연구가 이루어지고 있다. 이러한 많은 연구가 이루어지고 있음에도 불구하고 실제 실무 사용자들은 연구 결과들의 구체화된 실제 사례를 접해보지 못한바, 이런 연구들의 효율성 및 필요성에 대하여 많은 공감대를 형성하지 못하고 있다. 따라서 이 연구는 세부 견본사례를 중심으로 실무적인 차원에서의 분석을 통하여 실제 사용자들 관점에서 효율 가치성을 판단함으로써, 실제 실무 사용자들의 공감대, 관심과 이해를 구하고 더 많은 실무 요구를 수용하는 계기를 만들어 다양한 연구들이 성공할 수 있도록 하고자 한다. 이 연구는 일반적으로 많이 건설되는 구조물인 PSC Beam교의 설계사례를 통하여 3차원 설계 효율성에 초점을 두어서 분석하였다.

## 2. 3D 설계 입력 및 활용 사례

### 2.1 구조물 및 조건

이 연구에서 활용한 PSC Beam교 제원은 길이 75m, 경간수 3경간, 폭 12m, 거더수 5개인 교량을 대상으로

---

1) (주)남원건설 엔지니어링 부사장 Email: wbschin@hanafos.co.kr

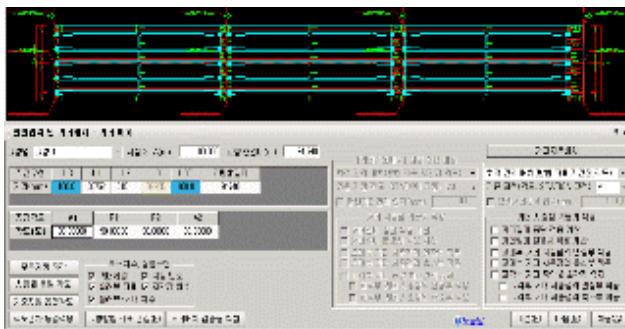
2) (주)한길아이티 개발부장 Email: ahn@aroad.co.kr

로 하였으며, 교대 종류는 역T형교대, 교각 종류는 다주식교각, T형교각을 활용하였다. 사전 데이터는 지형 데이터와 선형이 입력된 파일 또는 좌표이다.

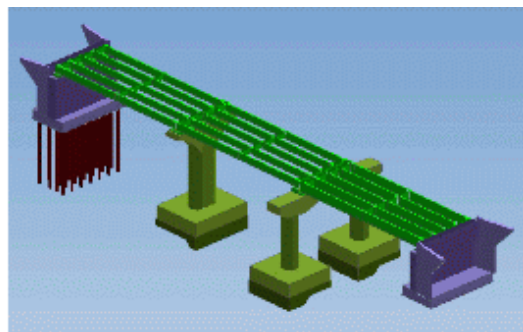
## 2.2 계획, 제안 단계에서의 입력 및 활용 사례

빔 교량의 경우 계획단계에서 가장 많은 시간이 소요되는 부분이 바로 거더 배치이다. 특히 중단선형의 변화와 함께 평면선형이 곡선인 경우에 드로잉 틀을 활용한 수작업에 의존하게 된다면 능숙한 설계자라 하더라도 하루정도 소요된다. 특히 잦은 선형의 변화가 생기는 경우마다 또한 비교안 작성을 위해 여러 단면 및 길이의 거더를 반복 배치해야하는 상황이 된다면 작업시간 부족으로 인하여 부정확한 결과를 기초자료로 활용할 수밖에 없는 상황에 놓이게 된다. 따라서 이러한 문제점 극복을 위한 대안으로 제시할 수 있는 최적의 방안은 3D 배치 상태를 실시간 확인하며 자동으로 거더를 배치하는 시스템의 구현이다. 교량설계자의 작업 흐름을 묘사한 형태로 사용자 UI를 구현하고 이를 실시간 확인할 수 있도록 가상현실 비주얼을 제공한다 면 빔교의 계획단계 투입을 획기적으로 줄일 수 있다. 그림 1은 거더의 자동배치와 실시간 3D 검수의 예시 화면을 나타낸 것이다.

드로잉틀을 활용한 수작업 거더 배치와 ABeamDeck를 통한 거더 자동배치의 효율성에 대한 설문조사를 실시하였으며, 설문조사의 결과 및 비교작업 결과를 표 1에 나타내었다. 설문조사에서 교량의 선형은 전자파일 형태로 준비된 상태이며, 중단에 따른 거더 길이 변화를 고려한 거더의 배치 작업이라 가정하였다.



(a) 거더 자동 배치 사용자 UI



(b) 실시간 가상현실 거더 배치 확인

그림 1. 거더 자동배치와 실시간 3D 검수

표 1. 드로잉틀을 활용한 수작업 거더 배치와 ABeamDeck를 통한 거더 자동배치의 효율성

구 분	드로잉틀 활용 평균작업시간		ABeamDeck 평균 작업시간		비 고
	직선교	곡선교	직선교	곡선교	
S 사	2.6 hr	6.1 hr	0.1 hr	0.1 hr	1) 사교, 곡선교 등 선형이 복잡할수록 3D를 활용한 거더자동배치의 효율이 월등. 2) 총7개사를 대상, 응답자수가 8명이상인 3개사의 결과만 집계. 3) ABeamDeck을 이용한 경우는 선형이 준비되어 있다면 거의 단시간에 처리 가능 응답이 다수. 4) 실제 수작업으로 검수하기 조차 매우 힘든 교량의 경우(곡선,사교,중곡선부)에도 높은 효율을 인정.
G 사	2.2 hr	5.8 hr	0.1 hr	0.1 hr	
D 사	1.3 hr	5.9 hr	0.1 hr	0.1 hr	
총평균	2.0 hr	5.9 hr	0.1 hr	0.1 hr	

### 2.3 실시설계 단계에서의 활용 사례

설계사에서 실시설계 단계에서의 활용 사례를 조사하였다. 실시설계시의 주안점은 반복검토 및 세부설계 묘사, 그리고 다양한 설계자 의도를 반영한 설계 성과물(도면, 계산, 수량)의 확보에 있다. PSC Beam 거더 교량의 관용적인 해석방법(단순거더로 해석)으로는 곡선, 사교, 연속교의 디테일을 설계에 묘사할 수 없는 문제점이 지속적으로 대두되었다. 특히 교좌장치가 많은 PSC Beam 거더 교량의 특성상 곡선, 사교, 연속교 등에서 빈번히 발생하는 반반력 제어를 위한 3차원 격자해석이 필수적이지만 관용적 설계방법이 일반화되었다는 관습하에 단순교로만 설계를 완료하는 예가 발견되었으며 이를 바로잡기 위해서는 손쉬운 3D 해석 모델 구현과 해석 그리고 직관적인 반력확인 작업이 동시에 이루어질 경우야 비로소 효율적인 3D 설계가 구현된다고 하겠다. 그림 2와 같이 ABeamDeck에서는 이러한 3D 격자해석 모델 자동생성 기능을 활용하여 복잡한 3D격자 해석시간을 10%이하로 줄일 수 있으며 사용자 입장에서는 2D 데이터를 입력하는 것만으로 3D격자해석모델이 자동으로 생성되며 이를 통해 실시간으로 교량의 반반력을 확인 및 제어가 가능하다.

이 외에도 PSC 빔 상부해석 완료 후 하부설계를 위한 데이터를 자동 생성하여 하부 설계프로그램인 AAButPier로 연동시킬 수 있으므로 반복적으로 상부해석을 수정하더라도 그 결과를 손쉽게 하부구조로 전달할 수 있어 설계자간의 커뮤니케이션 오류를 원천 제어할 수 있게 되고, 그림 3과 같이 3D가상현실을 통한 배근상태 점검 등 설계자가 구조물을 이해할 때 완성계를 간접체험 함으로 구조물 이해도 향상을 통한 설계효율 향상이 실현된다.

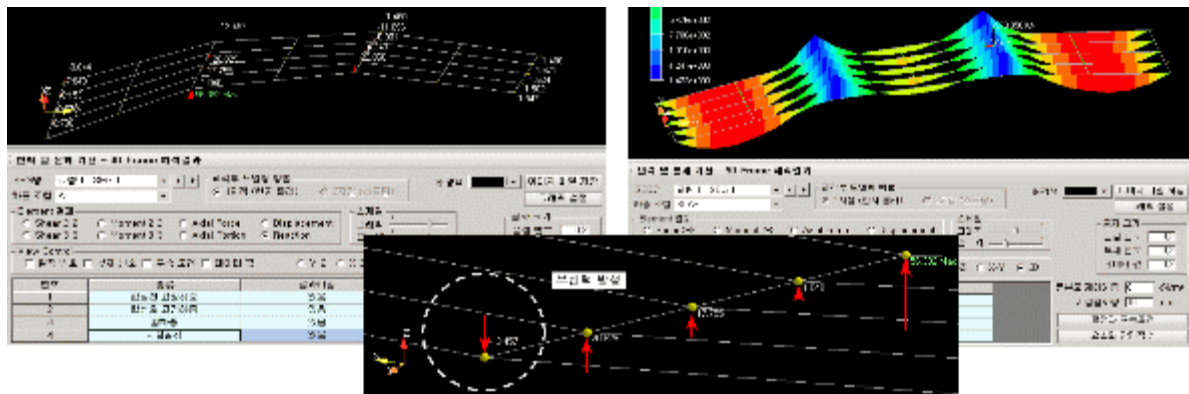


그림 2. 3D 격자해석 모델 자동생성과 해석 및 실시간 반반력 확인의 예시

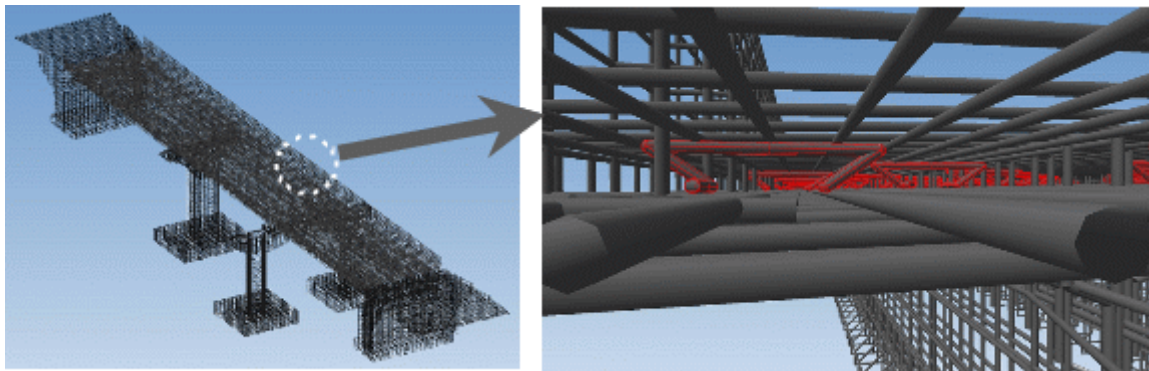


그림 3. 3D 배근 상태 점검의 예시

## 2.4 시공 및 유지관리 단계에서의 활용 사례

PSC Beam 교에서의 3D 설계 효용성은 시공 및 유지관리 단계에서 가장 효용성이 높을 것으로 판단하고 있으며 사례를 통해 효용성을 검토해 보았다.

건설사에서는 가장먼저 설계 성과품을 검수하는 과정을 통해 전체 공구의 현황을 파악하고 세부 일정을 수립하게 된다. 이 때 먼저 3D 가상현실을 통해 구조물에 대한 이해력을 높인후 디테일한 자료를 취하게 된다면 전체적인 현황파악 시간이 축소될 것으로 판단되며 시공 완료 후 구조물의 형상을 선체험하게 되어 이미징을 통한 시공 방향성을 높일 수 있게 될 것이다.

건설사의 오랜 숙원사업으로 공사의 성패는 4D 공정관리에 기인한다고 하여도 부족하지 않을 것이다. 하지만 아직까지 표준화된 4D 공정관리 체계는 전무하다고 해도 과언이 아니며 현재까지는 시공사 혹은 설계사에서 설계 완료 후 각종 보고자료 및 홍보자료 제작을 위한 3D 비주얼을 별도의 프로젝트로 수립하여 많은 비용을 지출하여 작성하고 있는 것이 현실이다. 이러한 정황에 4D의 합리적인 도입은 상당히 어려운 문제일 수 있으므로 PSC Beam 교량의 3D설계는 전체공사의 4D 공정관리를 위한 파일럿 프로젝트로서 향후 특수교량을 포함한 각종구조물을 GIS와함께 표현되고 관리될 수 있는 체제 구축을 위한 시급성이 될 것이고 이를 구현함으로써 실질적인 공기 단축 등의 효과를 기대할 수 있게 된다.

인프라사업의 후반부로 갈수록 높은 시공기술을 요하는 지형 및 장애 구간에 도로 및 철도의 시공이 빈번해 지게 되며 이럴수록 교량 및 터널에 대한 안전성은 커져만 가고 있다. 이미 수많은 사고사례를 통해 유지보수의 필요성을 실감하고 있으며 지속적으로 관리해야할 대상이 많아짐에 따라 계측관리 시스템의 효율화를 위해 3D 가상현실과 연계한 자동화 계측관리 시스템을 구축함으로써 유지관리 원가 절감과 높은 품질의 계측관리가 이루어지도록 유도할 수 있다.

## 3. 결 론

본 연구에서 PSC Beam교의 계획/제안/설계/시공/유지관리 측면에서 3D 설계의 효용성에 대하여 실무 사례를 중심으로 고찰해 보았다. 결과적으로 3D 설계는 향후 건설 분야의 설계 패러다임을 바꾸는 계기가 될 뿐 아니라 실무 사용자들의 공감대 형성, 관심과 이해를 증진하는 계기가 될 것이며 또한, 언급한 사례 이외에도 다양한 방향으로 실무효율 향상에 기여할 것으로 판단된다. 또한 일관된 DATA와 단일화된 해석기를 통해 전체 구조물 DB를 구축/관리하여 제시함으로써 구조물 설계의 최적화에 일조하게 될 것으로 판단된다.

## 감사의 글

"본 논문은 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁 시행한 건설기술혁신사업(과제 번호: 06첨단융합E01)의 지원으로 이루어진 것으로, 본 연구를 가능케 한 건설교통부 및 한국건설교통기술평가원에 감사드립니다."

## 참 고 문 헌

2. 황규환, 2006, 교량에서 거더의 자동배치장치, 특허 제 10-0577398 호
3. 황규환, 2008, 설계자동화 프로그램 ABeamDeck, AAbutPier, AMode
4. 안도환, 2008, 가상건설 기반 토목 설계자동화 기술, 가상건설 시스템 개발 토목분과 기술설명회, 가상건설 연구단