

건축공사의 3D 스캔 기술 적용

최 심 국¹⁾ Chor, Sim Guk

• 원 종 호²⁾ Won, Jong Ho



1. 들어가는 글

1.1 비정형 건물에 대한 수요의 증가

현대 시대의 건축물은 효율성만을 중요시 하지 않는다. 아름다운 건축물은 도시를 대표하는 상징물로서의 가치를 갖는다. 건축물의 외관은 다양한 재료와 기술의 발달로 비정형적이고 유선형 형태의 디자인이 늘어나고 있는 추세이다. 이러한 다양한 입면을 구현하기 위해 정교한 3D기법과 설계 기술 및 제작기술이 요구되어진다.

1.2 건축 골조 시공성에 따른 현장 오차의 한계

건축골조의 시공편차는 현장마다 차이는 있겠지만 외장재의 정밀성을 뒷받침 해주기에는 다소 부족하다. 외장 공사에서 건축도서만을 기반으로 설계도서를 작성하고 자재를 발주하기에는 큰 위험이 따른다. 몇 미리의 오차만으로도 현장에서 시공이 불가능한 경우가 많은 외장재 입장에서는 불규칙한 건축 골조는 품질 향상을 위해 넘어야할 가장 큰 걸림돌이다. 설계기술의 발달에 의한 BIM(Building Information Modeling)의 사용이 보편화 되면서 난 시공에 대한 시공상의 문제점을 많이 보완 하였지만, 건설공사의 고질적인 문제점인 시공오차와 균일하지 못한 품질은 크게 변하지 않았다. 비정형적인 건축물의 경우 설계도서만 믿고 자재 발주를 하였을 경우 현장시공이 불가능한 경우가 발생할 수 있다.

1.3 3D 스캔기술의 필요성

따라서 원 설계도서에 의존하지 않고, 건축 골조의 시공 후에 이를 재확인하여 외장설계에 반영할 수 있는 시스템이 필요하다. 과거에는 설계도서와 맞지 않는 현장에 대해서는 실측을 통해 그때그때 현장 상황에 맞는 도서를 급조하여 작성하고, 발주된 제품이 현장 상황과 맞지 않는 경우 재발주를 내는 방식으로 공기의 지연과 공사비 증가를 초래한다. BIM설계를 통해 비정형 건물에 대한 정확한 설계도서가 있다고 하더라도 현장시공 후 3D스캔 및 다양한 측량법을 통해 실제로 설치된 골조의 상태를 원 설계도서에 신속히 반영할 수 있어야 한다.

1) 풍공학회 회원, (주)티월드 ENG 구조팀 실장, 금오공과대학교 박사과정(건축내풍연구실)

2) 풍공학회 정회원, (주)티월드 ENG 대표, 공학박사, 신홍 대학교 건축과 겸임교수

	2D 도면을 이용한 BIM 모델링	3D 스캐닝을 이용한 BIM 모델링
Workflow	현장실측→2D도면과 비교→BIM모델링	레이저 스캔→데이터후처리→BIM모델링
장 점	·비교적 숙련된 모델러가 많아 작업이 용이 ·인건비 이외의 추가 비용 미발생	·정확도 향상에 따라 캐드 모델링 없이도 간섭체크와 디자인 리뷰 가능 ·건축 구성요소를 손쉽게 인지하여 모델링 효율성 증가(비용 및 기간 단축) ·현장 재방문 최소화 ·완전하고 정확한 데이터 산출 가능
단 점	·도면 파악 오류 등으로 인한 부정확한 모델링이 될 수 있으며, 그에 따른 모델링 재작업이 필요할 수 있음 ·반복적인 현장 방문으로 추가 비용 발생	·레이저 스캔 작업 선행(스캔 비용 발생) ·새로운 프로그램 숙지 필요

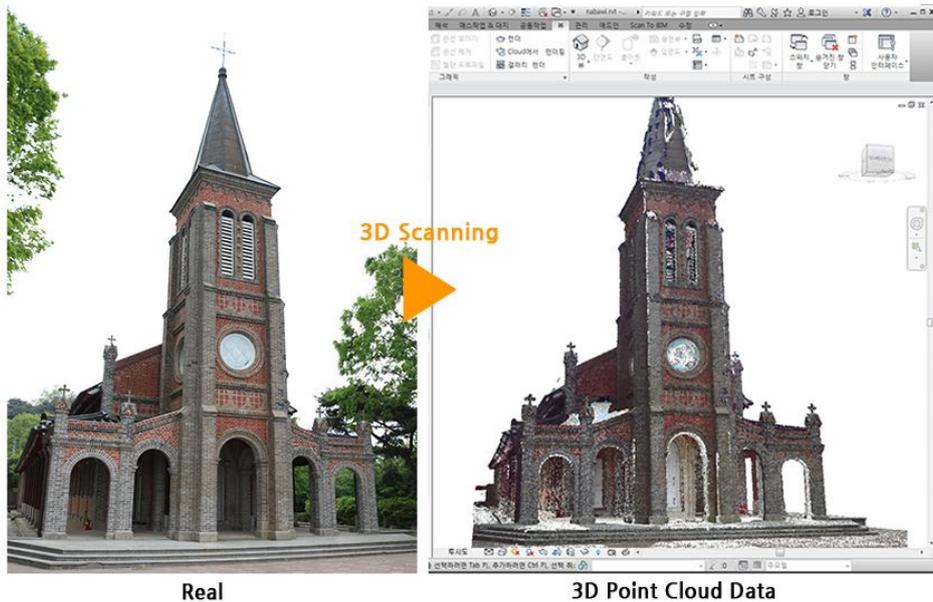
< 기존 방식 vs 3D 스캐닝 기술을 이용한 BIM 모델링 >

1.4 현재 3D 스캐닝 기술의 기술 수준

3D 스캐너는 시간차 방식(Time of Flight)과 위상차 방식(Phase Shift) 두 가지가 있다. 건설분야에 사용되는 레이저 스캐너는 대부분 time of flight 방식을 사용한다. 이밖에도 물체 표면의 3차원 형상을 얻는 방법으로 대상체에 조명을 비춰서 여기에서 반사되는 광원의 세기를 측정하여 물체의 3차원적 형태를 복원하는 방법, 일정규칙이 패턴을 가진 광원을 대상체에 투사하여 패턴이 물체에 투영되는 형태를 이용해 물체의 외곽 형상을 파악하는 구조광 방식등이 있다. 3차원 레이저 스캐너에는 다양한 종류가 있으나 건설 관련분야에서 사용되는 레이저 스캐너에는 크게 광대역 스캐너와 고정밀 스캐너의 두가지 종류가 있다. 광대역 스캐너는 대지, 건물 본체 등 대규모 대상을 스캔할 때 사용된다. 수백 미터 이상의 거리까지 측정할 수 있으나 상대적으로 정밀도가 떨어지며 스캔에 상대적으로 오랜 시간이 소요된다. 건설 분야에서 사용되는 광대역 레이저 스캐너는 일반적으로 최대 수백 미터의 측정거리에서 2~3 센티미터의 오차를 갖고 있다.(측정 대상과의 거리가 가까울수록 오차는 수 밀리미터 이내로 줄어든다.) 반면 고정밀 스캐너는 측정 거리와 측정 각도 면에서 광대역 스캐너에 미치지 못하나 0.1밀리미터 내의 정교한 측정이 가능하다. 주로 건물 내부의 설비나 구조체의 시공 오차를 측정하거나 결함을 탐지하는데 사용된다.

1.5 3D 스캔 기술의 적용 범위

3D 스캔 기술은 물체의 3차원적 형태에 대한 정보가 필요한 다양한 분야에서 활용되고 있다. 건설 관련 분야의 경우 주로 이미 시공된 건물의 현재의 형태를 정밀하게 기록하는데 이 기술이 쓰인다. 이외에도 현장의 자재 재고 현황 파악, 건물의 유지 관리(변형, 균열 등), 도면이 손실된 건물의 역설계, 시공 과정에서의 품질 관리(예 : 시공 오차 측정), 시공 현황 파악 및 진도 관리(일정 간격으로 동일 현장을 스캔하여 작업 진도를 파악함)에 적용이 가능하며, 특히 시공오차 측정에 따른 BIM 데이터의 수정은 외장공사의 품질 향상에 크게 기여할 수 있다.



< 실제 건축물 사진 vs 3D 스캐닝 BIM 데이터 >

2. 몸 글

2.1 원 설계도서 근거한 시공상의 문제점

건축의 허용 오차는 건축법 시행규칙 제 20조에 제시 되어 있다. 건축물 높이, 평면상의 길이, 출구 너비, 벽체 두께 등은 허용오차가 2%~3% 이내이다. 콘크리트 부재의 위치 및 단면치수 또한 수십미리를 허용치로 두고 있다. 현실적인 시공오차를 배려하지 않을 수는 없지만 외장공사에는 이러한 시공오차를 극복하기는 쉽지 않다. 또한 건축 공정상 후순위에 놓여있는 외장재 입장에서는 공사 기간의 압박과 부정확한 골조에 대응하여 시공품질을 확보해야 한다. 설계도서와 시공상태의 정확도가 높아진다면 외장공사의 품질 향상이 기대되며, 재시공에 대한 위험성이 낮아져 공기단축 및 공사비 절감을 기대 할 수 있다. 따라서 설계도서의 정확성을 키우기 위해서는 공사 진행 중 골조 및 전반적인 시공 상태를 3D 스캔을 통해 정보를 업데이트가 중요하다.

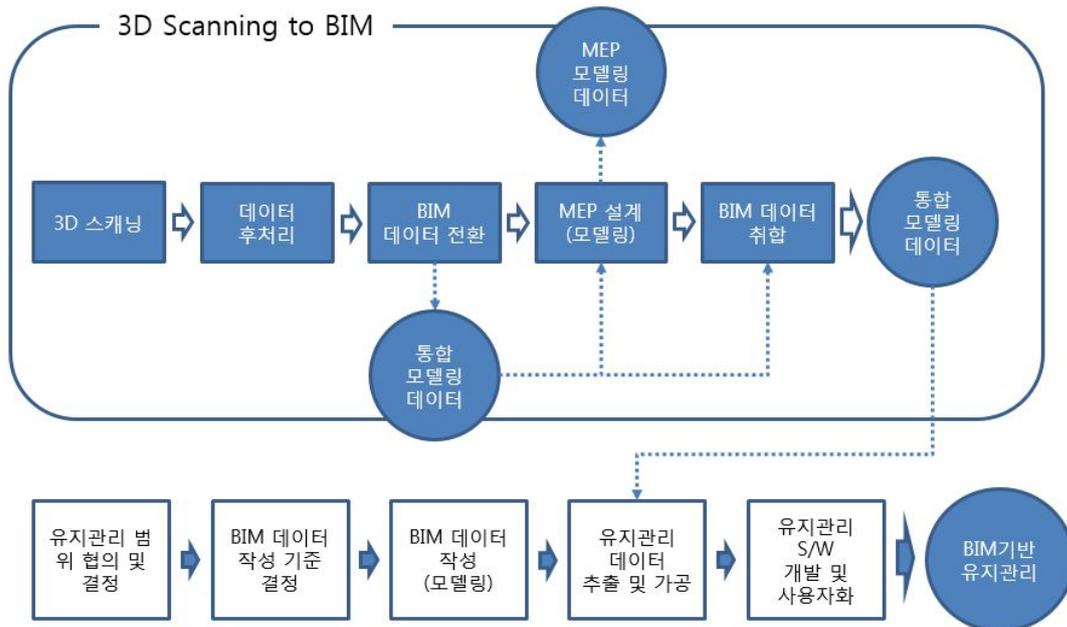
2.2 건축에서의 3D 스캔기술의 적용

건축의 시공과 관련한 3D스캔의 주된 응용분야는 대지 측량 및 현황 파악, 시공현장에서의 자재 및 장비, 장애물 등의 위치 파악, 납품된 자재의 품질 검수, 시공품질 검수 및 현황 파악 등이다. 시공 현장에서는 현장 내 공간활용에 대해 다양한 문제에 직면하게 된다. 공사가 진행됨에 따라 자재 야적 및 장비의 배치, 가설물의 설치, 관리 등을 파악하기 위해 전체 현장을 주기적으로 스캔하여 관리함으로써 이러한 문제에 효과적으로 대처할 수 있다. 또한 시공중인 건물이 설계대로 만들어지고 있는지 파악하는데 3D 스캔 기술이 매우 큰 도움이 된다. 특히 고정밀 스캐너와 광대역 스캐너의 조합을 통해 조립중인 건물의 상세를 파악, 설계와 비교함으로써 시공 정밀도를 크게 높일 수 있다. 예로 부산 LCT 현장의 하부 캐노피의 경우 유선형의 비정형적인 캐노피 시공시 3D 스캐닝을 통한 BIM 데이터 보완으로 품질 향상을 도모하고 있다. 이렇듯 3D 스캔 기술은 설계도서가 완성이 되고 건축골조의 공정

에 맞추어 외장재에 대한 설계 및 자재 발주가 이루어지기 전에 현장의 시공 상태를 3D스캔을 통해 설계도서와의 오차를 찾아내어 이를 외장 설계에 반영함으로써 외장재의 품질을 높이고, 미스 오더를 줄임으로서 공정을 단축시키는데 기여하고 있다.

2.3 3D 스캔 기술의 현장 적용 방법

3D 스캔기술은 기본적으로 추가비용이 발생할 수 있는 기술로서 스캔 기술의 필요성이 요구되어지는 현장에 작용하는 것이 중요하다. 비정형 적인 건물이나 난 시공에 따른 시공의 정확성이 요구되어지는 현장에서는 기존의 BIM 데이터와 현장의 시공상태가 100% 일치한다고 가정할 수가 없다. 따라서 3D 스캐닝을 통해 구조체의 데이터와 기존의 BIM 데이터간의 중첩을 통해 설계데이터와 시공상태의 차이를 찾아내고 이를 다시 BIM 데이터에 적용함으로써 정확한 BIM 데이터를 확보하는데 기여한다. 시공 현장에서의 오차 확인 이외에도 철골이나 커튼월과 같이 공장에서 미리 제작 반입되는 자재의 경우 인수 이전에 고정밀 스캐너를 이용하여 제작 오차를 확인할 수 있다.



< 3D 스캐닝 과 BIM 데이터 관리 프로차트 >

외벽 패널의 설계 및 품질관리에서 패널 등을 제작, 납품하는 업체의 입장에서는 시공된 건물 골조가 오차 등으로 인해 원래 설계와 달라질 경우 여기에 맞춰 납품할 제품을 재설계하거나 심한 경우 이미 만든 제품을 폐기하고 새로 제작하여야한다. 이러한 문제를 방지하기 위해 납품 대상 건물의 시공 현향을 레이저 스캐너를 이용하여 확인함으로써 원 설계안과 차이가 나는 부분을 확인하고 여기에 맞춰 패널 설계를 변경하여 납품하는 시스템을 갖춰야한다.

2.4 외장공사에서의 3D 스캔기술의 제한적인 적용의 원인

위에서 설명에서 보듯이 3D 스캔 기술의 중요성은 입증 되어 있으나 건설 현장에서 3D스캔 기술이 적용되는 예는 많지 않다. 이는 기술력의 문제가 아닌 건축 전반적인 시스템의 문제에서 기인한다. 정확한 BIM데이터의 필요성은 외장 및 내장공사에서 필요하지만 두 공정의 특성상 건축공사의 후속공정으로서 공사기간의 부족함에 직면하게 된다. 또한 3D 스캐닝은

전문적인 용역 범위로 추가 비용이 발생하지만 이에 대한 계획이 잡혀있지 않는 상태에서 진행이 어려운게 현실이다.

2.5 3D 스캔 기술의 한계

3D 스캔 기술은 2000년대 들어 건축, 토목 분야에서 정밀 측량과 유지 관리, 역설계 등 분야에 활발히 적용되어 기술 혁신에 도움을 주고 있고 적용 분야 또한 점차 확대 되어가고 있다. 그렇지만 다른 분야의 신기술이 그렇듯 3차원 스캔 기술에도 발전의 여지가 있다. 레이저 스캔 결과물은 3차원적 형태에 대한 정보만을 제공할 뿐이며 여기서 추가적인 정보를 뽑아내는 일은 별도의 처리를 필요로 한다. 현재 스캔 데이터를 다양한 형태로 가공하는 방법에 대해 많은 연구가 이뤄져 있으나 이를 이용해 특정 형태를 인식하여 이를 활용하는 것에 대한 연구는 제자리걸음에 머무르고 있는 실정이다. 예를 들어 건물을 스캔하여 이를 3차원 BIM 모델의 형태로 자동 변환하거나 작업현장을 스캔하여 현장 내 장애물 또는 자재나 장비의 종류를 자동 인식하는 것은 아직 불가능하다. 3D 스캐닝 자료를 좀 더 쉽게 BIM 데이터로의 전환이 가능 할 수 있는 연구가 필요하다.

3. 마치는 글

3.1 3D 스캔기술의 적극적인 활용을 위한 방법

3D 스캔기술은 과거 광학 측량기술을 획기적으로 발전시켜 삼각측량에 의한 위치와 거리 정보 뿐 아니라 측정대상 대지나 건물, 시설물의 형태를 정교하게 모사하여 이를 디지털화 함으로써 이를 다양한 방식으로 응용할 수 있게 하였다. 비록 기술적인 한계로 스캔 데이터를 BIM데이터로의 자동 변환이 어렵지만 이는 지속적인 연구개발로 극복할 수 있는 부분이다. 3D 스캔 기술을 적극적으로 현장에 적용하기 위해서는 건설전반적인 시스템의 변화와 품질 향상을 위한 사회 전반적인 의식 전환이 필요하다. 스캔 데이터에 대한 후처리 방법에 대한 전문 인력 양성 및 전문 기관의 활용으로 3D 스캔 기술이 건설현장에 적극 권장 될 수 있도록 할 필요가 있다.

3.2 3D 스캔 기술의 확장성

스캐너 기술은 사람의 능력으로 구현하기 힘든 복잡한 형태의 대상의 모델링으 좀 더 손쉽게 하는데 기여할 수 있으며, 정교한 실측이 필요한 건설현장의 디지털 데이터 확보뿐만 아니라 기존 건물의 유지 관리를 위한 실측과 역설계, 시공 현장에서의 품질 관리 및 현황 모니터링 등 그 용도가 확대되고 있다.