



## 코넬 공과대학의 마스터플랜 사례 분석을 통한 친환경적인 캠퍼스 디자인 전략

*The Sustainable Campus Design Strategy through the Analysis of the Cornell Tech Masterplan Case*

김홍민\* · 류수훈\*\*

Hong Min Kim\* · Soo Hoon Ryu\*\*

\* Main author; Dept. of Architecture, Kongju National University, South Korea (hmk@kongju.ac.kr)

\*\* Corresponding author; Dept. of Architecture, Kongju National University, South Korea (willow@kongju.ac.kr)

## ABSTRACT

**Purpose:** This study seeks to explore the future direction of sustainable development of university campus through the masterplan case of Cornell Tech campus on Roosevelt Island, a green campus masterplanned according to the New York City's sustainable development strategy. **Method:** By analyzing the masterplanning process of Cornell Tech, one of the Ivy League universities and top 10 engineering universities in the US, this study categorizes the environmentally friendly elements of its major buildings, and examines how to plan an environmentally friendly campus masterplan. Furthermore, derived key elements of Cornell Tech's sustainable features can be introduced when universities in Korea start making their masterplan for the future development. **Result:** Changes in environmental awareness are essential among the university societies where train a talented young generation to become major players in the future. Also, a long-term preparation for the future global warming will be to learn the eco-friendly lifestyle embedded in their life. The importance of Sustainability Principles of university is explored, and the application and utilization plans of mid- and long-term masterplan strategies of university campuses in Korea are to be explored in the future research.

## KEYWORD

마스터플랜  
친환경 캠퍼스  
그린 캠퍼스  
탄소중립  
제로 에너지

Masterplan  
Sustainable Campus  
Green Campus  
Carbon Neutral  
Net-zero Energy

## ACCEPTANCE INFO

Received Aug 15, 2019  
Final revision received Oct 18, 2019  
Accepted Oct 21, 2019

© 2019 KIEAE Journal

## 1. 서론

## 1.1. 연구의 배경 및 목적

오바마 행정부가 유엔의 파리협정(Paris Agreement)에 합의한지 3년이 지난 2018년, 취임 직후 트럼프 행정부는 자국에 불리한 내용을 담고 있다며 일방적으로 미국의 탈퇴를 선언하였다. '국가별 결정된 온실가스 감축 기여(Nationally Determined Contributions - NDCs)'의 추정치에 따르면, 현재 파리협정에 의해 합의된 사항을 준수할 경우 산업화 이전과 비교해서 지구의 평균 상승 온도를 1.5°C 이하로 유지하는 시나리오가 가능하다. 2030년까지 탄소배출을 45%이상 감축하고 2050년까지는 '탄소 배출량 제로(Net Zero Carbon Emission)'가 지켜져야 할 것이다[1].

2018년 미국은 범국가적 차원의 '자발적 국가 보고서(Voluntary National Reviews)'는 제출하지 않았지만, 뉴욕시는 첫 번째 '자발적 지역 보고서(Voluntary Local Review)'를 자체적으로 발간하여 뉴욕시는 어떻게 성공적으로 지속가능한 노력을 하고 있는지에 대하여 그 결과를 공유하였다[2]. 2019년 4월에는 빌 드 블라시오(Bill de Blasio) 뉴욕 시장이 'OneNYC 2050'라는 2050년까지 장기적인 뉴욕시의 친환경 개발 계획을 발표했다. 여기에는 유리로 된 커튼월 공법으로 지어진 고층건물의 신축을 금지하고, 캐나다의 수력 발전

과 같은 청정에너지 활용하는 등의 조치를 통하여 온실가스 배출량을 30% 줄이기 위한 각종 정책들이 담겨 있다[3]. 코넬 공과대학(Cornell Tech)의 뉴욕 캠퍼스도 이러한 뉴욕시의 개발 방향에 따라 친환경적인 캠퍼스로 계획되었다. 경권은 교체되었지만 뉴욕시의 전반적인 정책 방향은 변하지 않았기에 초기 마스터플랜 수립 당시 계획하였던 친환경 요소를 적극적으로 도입하여 실현할 수 있었다. 이에 본 연구는 뉴욕시와 코넬대학의 지속가능한 개발 전략에 따라 계획된 친환경 캠퍼스인 코넬 공과대학의 마스터플랜 사례 분석을 통해 향후 국내 대학 캠퍼스의 친환경적인 개발 전략 수립 시 도입 가능한 요소에 대하여 분석해 보고자 한다.

## 1.2. 연구의 방법 및 범위

본 연구는 지속 가능한 그린 캠퍼스의 국내외 사례를 살펴보고, 그중에서도 탄소중립 캠퍼스를 주요 목표로 설정한 코넬 대학의 기후변화 대응 계획(Climate Action Plan, CAP)에 대하여 살펴보고자 한다. 이를 근거로 계획된 코넬 공과대학의 마스터플랜의 수립 배경 및 현상설계부터 단계별로 진행된 과정에 대한 분석을 진행하고자 한다. 나아가 마스터플랜에 적용된 계획 전략 및 배치계획, 그리고 캠퍼스 내 주요 프로젝트에 대하여 분석하고자 한다. 또한, 대학 전체 차원에서의 탄소저감 정책에 따라 계획된 코넬 공과대학 캠퍼스에 도입된 주요 친환경 요소를 분석하여, 향후 국내 대학의 중장기 마스터플랜 계획 수립 시 적용 가능한 요소를 도출하고자 하였다.

## 2. 이론 고찰 및 선행 사례

### 2.1. 이론 고찰

지속가능한 친환경 캠퍼스 마스터플랜에 대한 국내 연구 경향을 살펴보면, 국내 주요대학의 캠퍼스 마스터플랜의 계획특성 연구(박훈, 2011), 홍익대학교의 경계확장과 관련된 지속가능한 대학 캠퍼스 계획 설계에 관한 연구(정재희, 2012), 한국의 지속가능한 캠퍼스 발전방향 연구(정태정, 2013) 등 건축 계획 및 설계적인 측면에서는 다양한 연구가 이루어져 왔으나, 대학 전체 차원에서의 지속가능한 개발 전략에 의거하여 마스터플랜을 수립하는 과정 자체에 대한 연구는 최근 들어 이루어지지 않았다. 또한, 하버드 대학의 지속가능성 계획에 대한 연구(박진아, 2015)에서는 대학 전체의 친환경적인 로드맵 및 적용 기준을 소개하고 있으나, 건축 계획 및 친환경 요소에 대한 내용은 다루지 않고 있다.

10년에서 20년까지 미래를 내다보고 중장기적인 마스터플랜을 수립하는 것은 향후 대학의 미래를 위해 중요하지만, 대학의 단기적인 수요를 반영하는데 급급한 형식적인 측면에 그치고 있는 것이 현실이다. 친환경적인 측면은 부수적인 요소로만 사용되고 있어 진정한 의미의 지속가능한 개발 전략이라고 보기에는 어렵다. 대학 교육의 질적 수준을 높이고 학령인구 감소에 대비하기 위해 2015년부터 시행중인 교육부의 ‘대학 구조 개혁 평가 기본 계획’ 방침에 따라 대학들은 중장기 발전계획을 수립하고, 이를 바탕으로 캠퍼스 마스터플랜을 수립하는 작업을 진행하고 있다. 중장기적인 전략이 대학평가의 중요한 지표가 되고 있는 현 시점에서 대학 차원에서의 친환경 전략을 바탕으로 마스터플랜을 수립하여 실현된 선행 사례 연구의 필요성이 제기된다.

### 2.2. 지속 가능한 그린캠퍼스

#### 1) ‘환경부 그린캠퍼스’ 사례

2011년부터 시행중인 ‘환경부 그린캠퍼스’는 환경부와 한국환경공단(Korea Environment Corporation)에서 선정하여 대학 스스로 앞장서서 온실가스 배출을 줄여나가고, 지속가능한 성장을 이끌어 갈 미래 인재를 양성할 수 있도록 환경부장관이 지정하여 추진하고 있는 사업이다. 선정 대학마다 연간 약 40백만원을 3년간 지원해주는 사업으로, 2019년도 선정대학으로는 서울대학교, 신한대학교, 인천대학교, 장로회신학대학교, 그리고 충북보건과학대학교가 있다.

특히, 서울대학교의 경우에는 2018년에 ‘지속가능한 친환경 서울대학교’를 선언한 이후, 지난 10년 이상의 축적된 경험을 바탕으로 ‘지속가능한 그린캠퍼스’ 대학 모델을 구축하고 있다. 나아가 제로 에너지빌딩을 늘려가고, 탄소중립공간을 확대하고, 기업과 대학의 연계 인턴십 프로그램과 에너지 운영 전문가 양성 프로그램을 지원하고 있다[4].

2015년에서 2017년까지의 한국전력 정보공개 자료를 살펴보면, 줄어드는 학생 수에도 불구하고 전국적으로 고등교육기관의 전기 사용량은 지속적으로 증가하는 추세를 알 수 있다. 그중에서도 서울시 소재의 고등교육기관의 전기 사용량이 가장 높음을 알 수 있다.

한국그린캠퍼스협의회에 따르면, 세계 최고 권위의 대학 평가 기

관인 THE(Times Higher Education)는 올해 대학 평가에 UN의 지속가능 발전 목표(SDGs)에 대한 기여도를 평가 기준에 포함시켰다고 한다[5]. 에너지 사용에 대한 패러다임이 변화한 만큼, 국내 대학 사회에서도 환경문제에 대한 사회적 책임을 강조하는 문화가 확산되어야 할 것이다.



Fig. 1. Seoul National University's Energy Usage Monitoring System

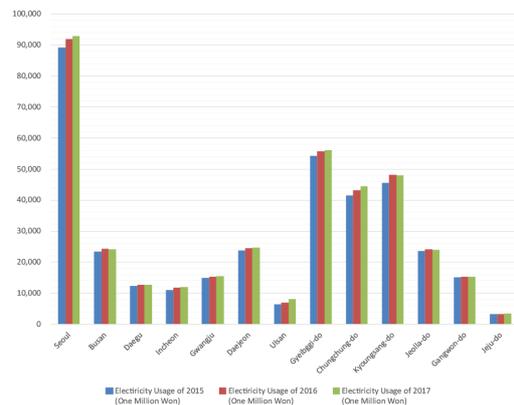


Fig. 2. Electric Energy Consumption Total of Higher Education Facilities from 2015 to 2017

#### 2) 국외 그린 캠퍼스 사례

영국의 경우 2005년부터 ‘에코 캠퍼스 실천(Eco Campus Scheme)’을 기획하여 수준별로 4단계로 분류하여 각 단계별로 이행할 경우마다 수상하고 대학별로 단계적인 이행이 가능하도록 지원하고 있다. 참여 대학으로는 캠브리지 대학(University of Cambridge), 임페리얼 칼리지(Imperial College London) 등 50여 개의 대학이 있다. 미국의 경우에는 676개 대학 총장과 3,500개의 연구소가 참여하는 기후변화 위원회를 운영하여 온실가스 저감 정책을 추진하고 있으며, 각 대학별로 기후변화 대응 계획(CAP)을 수립하여 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 배출 총량 감축 목표치를 설정하고 이를 실행에 옮기고 있다. 또한, 2007년부터는 ‘고등교육 지속가능 발전 협의회(AASHE - Association for the Advancement of Sustainability in Higher Education)’에서 등급별 평가지표(STARS-Sustainability Tracking, Assessment & Rating System)를 운영하고 4등급으로 나누어 그린캠퍼스 이행 수준을 평가하고 있다. 예일대(Yale University), 뉴욕대(NYU), UCLA, 하버드대(Harvard University), 콜럼비아대(Columbia University), 코넬대

(Cornell University) 등 1000여개 대학, 10만 명 이상의 학생과 교직원이 AASHE에 참여하고 있다.

### 2.3. 코넬 대학의 기후변화 대응 계획(CAP - Climate Action Plan)

코넬대학교는 1880대에 이미 캠퍼스 내에 수력발전소를 설치하여 자체적으로 전기를 생산하여 사용하였을 정도로 지속가능성에 있어 세계적인 리더 역할을 하고 있다. 교수 및 교직원 그리고 학생이 모두 참여하여 탄소배출저감, 친환경 건축물 디자인 등에 앞장서고 있다. 2035년까지 100퍼센트 재생 가능한 에너지(Renewable Energy)만 사용하여 탄소중립 캠퍼스(Carbon Neutral Campus)가 되고자하는 목표를 가지고 있다[6].



Fig. 3. Hydroelectric Plant at Cornell University

단순히 친환경 인증기준의 최소 조건만을 만족시키는 계획이 아니라, 대학 전체의 탄소 중립 정책에 따라 계획되었고 궁극적으로 지구 온난화를 실질적으로 해소할 수 있는 목표를 달성하고자 하였다. 뉴욕시는 미국의 친환경 건축물 기준인 LEED 등급에서 Silver 이상을 요구하고 있으나, 코넬 공과대학의 설계팀은 요구되는 최소기준을 넘어 LEED Platinum을 목표로 하였고, 나아가 더 하우스(The House) 프로젝트의 경우는 패시브 하우스(Passive House) 인증을 목표로 계획하였다.

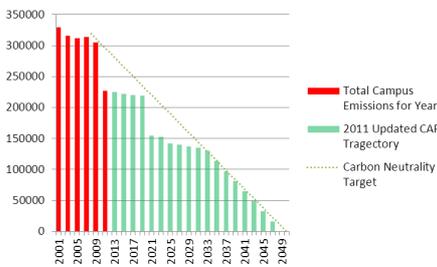


Fig. 4. Cornell's Success: Ahead of Projections in 2011

## 3. 마스터플랜 수립 배경

### 3.1. 프로젝트 배경

2011년, 코넬대학교는 뉴욕시에 응용과학(Applied Science) 대학을 건립하는 공모전에 당선된다. 코넬대학과 테크니온-이스라엘(Technion-Israel Institute of Technology)가 공동으로 응모하여 뉴욕시로부터 무상으로 루즈벨트 섬(Roosevelt Island)에 위치한 대상을 제공받았고, 1억 달러의 지원금을 받아 프로젝트를 진행하게 된다. 당시 시장이었던 블룸버그(Michael Bloomberg)는 뉴욕시가 동부의 실리콘밸리가 되기를 꿈꾸며 연구자와 기업가, 그리고 학생들이 자유롭게 생활할 수 있는 테크 분야의 전문 대학 캠퍼스를 건

립하고자 하였다. 뉴욕은 구글의 동부 지역 본부를 비롯하여 성공한 테크 관련 스타트업(Start-up) 기업들이 다수 있지만, 보스턴(Boston)이나 샌프란시스코(San Francisco)와 비교 우위에서 밀리고 있어 뉴욕시에도 응용 공학 분야에서 우수한 실적을 내고 있는 대학을 유지하고자 하였다.

코넬 공과대학은 미국 내에서 10위안에 드는 아이비리그(Ivy League)에 포함되는 명문사립대학이었지만, 맨하탄에서 차로 4시간 떨어진 이타카(Ithaca)라는 한적한 외곽 지역에 위치해 있다. 빠르게 변화하는 기업들과 소통하기에는 입지적으로 다소 어려움이 있다고 판단하여 대학원 중심의 공과대학을 루즈벨트 섬(Roosevelt Island)으로 이전하는 것을 결정하게 되었다.

### 3.2. 대상지 입지분석

코넬 공과대학이 위치한 루즈벨트 섬은 맨하탄과 퀸즈 사이에 위치한 길이는 2 마일(3.2 km), 폭은 가장 넓은 곳이 800 feet(240 m) 정도의 좁고 남북 방향으로 긴 작은 섬이다. 지하철 F라인과 트램으로 맨하탄과 한정거장, 그리고 페리(NYC Ferry, NY Water Taxi) 노선이 지나가고 있어 접근성이 우수한 곳이다. 섬 전체는 UDC(New York State Urban Development Corporation)에게 1969년부터 99년간 임대 계약이 되어 있어 현재 대부분의 건물은 임대 아파트(Rental Apartment)로 구성되어 있다. 주변에 비해 임대료가 저렴하여 주로 학생이나 직장인들이 거주하는 주거지역이다. 섬 안으로는 대중교통으로만 접근이 가능하며 내부에서 순환하는 무료셔틀이 운행 중이다. 새로운 캠퍼스는 퀸즈 보로 다리(Ed Koch Queensboro Bridge) 남단에 위치한 과거 병원으로 사용되었던 곳을 철거하고 들어서게 된다.



Fig. 5. Perspective View of Cornell Tech Campus (Phase 1) on Roosevelt Island

### 3.3. 현상 설계 공모

2011년, 코넬대학교는 SOM(Skidmore, Owings & Merrill)의 뉴욕 사무소와 함께 현상 공모를 준비하였고, 세계적으로 유명한 건축 사무소들과 경쟁하여 당선된다. 당선된 이후로도 SOM은 제로 에너지(Net-zero Energy)를 구현하기 위해 코넬대학 측과 배치계획 뿐만 아니라 전반적인 시설 운영에 관해서도 긴밀히 협조하며 전체적인 마스터플랜을 수립하였다. 현상공모에 당선된 이후 전체적인 마스터플랜은 SOM과 필드 오퍼레이션에서 진행하였다. 캠퍼스 전체의 시스템을 통합적으로 계획하였고 조경 디자인 또한 하나의 컨셉을 가지고 일관성 있게 계획하였다.

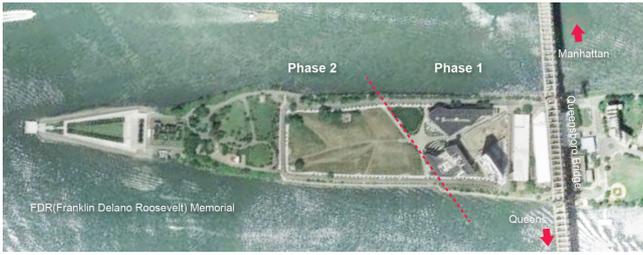


Fig. 6. Location of Cornell Tech Campus (Phase 1 & Phase 2)

## 4. 마스터플랜 세부 내용

### 4.1. 마스터플랜 5개 원칙

SOM은 대학 캠퍼스 마스터플랜의 혁신을 위하여 다음과 같은 5개 원칙을 수립하고 설계에 반영하였다.

첫째, 강과 강 사이에(River to River) 열린 캠퍼스; 기존의 미국의 전형적인 대학 캠퍼스와는 달리, 코넬 공과대학은 쿼드(Quadrangle)나 게이트를 두지 않고 주변 커뮤니티로 향해 최대한 열린 캠퍼스로 계획하였다. 둘째, 보행자 중심의 캠퍼스; 서비스 및 차량 동선은 외곽으로 순환·분리하여 캠퍼스 내부는 주차 시설이 거의 없는 보행자 중심의 외부공간을 조성하였다. 셋째, 다이내미즘(Dynamism) 추구; 1층에는 주로 카페나 이벤트 공간 등의 편의시설(Amenities)이나 일반인들에게도 열린 공간을 제공함으로써 주변의 건물들과 역동적으로 소통하는 대학 캠퍼스를 구축하고자 하였다. 넷째, 도시의 축소판(Microcosm of the City) 캠퍼스; 각각의 건물은 고유의 기능에 맞게 최적화되어 설계되었으며, 교육 관련 시설뿐만 아니라 주거, 호텔 및 컨벤션의 기능까지, 캠퍼스 내부에서도 하나의 작은 도시와 같은 건축적인 다양성을 확보하였다. 다섯째, 종합적인 친환경 전략; 단순한 에너지 및 물 절약에 그치는 것이 아니라 캠퍼스에서 생활하는 모든 구성원들이 건강하고 만족도 높은 생활을 영위할 수 있는 종합적인 친환경 전략을 수립하였고, 생활 속에서 달성 가능한 목표를 설정하여 단계적으로 실천하도록 계획하였다.

마스터플랜 수립 과정에서 대학의 구성원들과 여러 번의 워크숍 및 회의를 통해 종합적 친환경 전략과 원칙을 정하였고, 이를 개별 프로젝트 진행시 설계에 적극 반영하고자 하였다.

### 4.2. 배치계획

2012년 가을, 강력한 열대성 폭풍인 허리케인 샌디(Hurricane Sandy)로 인해 뉴욕시 전역은 침수와 정전으로 심각한 피해를 입었다. FEMA의 향후 100년간 침수가능 지역을 표시한 지도(Flood Insurance Rate Map)에 따르면 루즈벨트 섬은 해수면 상승에 따른 침수 우려 지역임을 알 수 있다. 홍수에 대비하기 위하여 자연 지형을 최대한 이용하여 수해에 대비할 수 있도록 계획하였고, 높아진 주 출입구 레벨과 캠퍼스 중앙을 가로지르는 외부 공간(Campus Walk)과 자연스럽게 연결하여 높이차를 극복하였다. 우수를 저장할 수 있는 거대한 물탱크를 설치하였고, 캠퍼스 곳곳에 생태수로(Bio-swale)를 조성하여 친환경적으로 침수피해에 대비하고자 계획하였다.

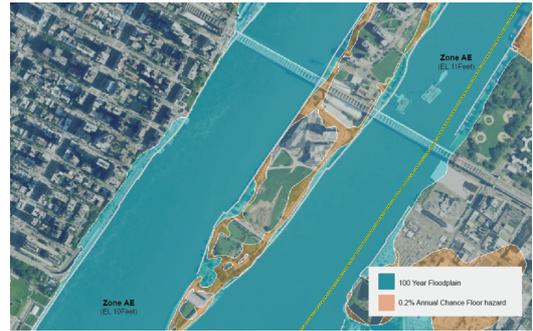


Fig. 7. FEMA(Federal Emergency Management Agency)'s Flood Insurance Rate Map of Roosevelt Island

또한, SOM은 프로젝트 진행과정에서 점수카드(Scorecard)를 활용하여 각각의 건물별로 전체적인 진행과정을 확인하며 일정을 조율하고 전체적인 친환경 요소를 통합적으로 관리하였다[7].

SITE RECONCILIATION ITEMS						
DESIGN DEVELOPMENT						
DECISION/DIRECTION NEEDED	PROPOSAL	Co-Lo	FAB	RESI	EEC	HOTEL
1. Adjustment of Building Footprints*	Cornell / Developer	✓	✓	✓	TBC	TBC
2. Entrance / Exit Locations*	Cornell / Developer	✓	✓	✓	TBC	TBC
3. Entrance / Exit Elevations*	Cornell / Developer	✓	✓	✓	TBC	TBC
4. Building Loads*	Cornell / Developer	✓	✓	✓	TBC	TBC
5. Location of POC(Incoming Gas Services)*	Cornell / Developer	✓	✓	✓	TBC	TBC
6. Basement and Ground Floor Elevations*	Cornell / Developer	✓	✓	✓	TBC	TBC
7. Orientation/Disposition of Main Entrance*	Cornell / Developer	✓	✓	✓	TBC	TBC
8. Timing of Construction*	Cornell / Developer				TBC	TBC
9. Road Design: Location of Curbs/Cuts, Plantings, Bump-Outs*	Cornell / Developer	✓	✓	✓	N/A	TBC
10. Facade Maintenance*	Cornell / Developer	✓	✓	N/A	TBC	TBC
11. Water / EEC Exterior Lighting*	Cornell / Developer	N/A	N/A	N/A	TBC	TBC
12. Construction/Construction Phases	Cornell / Developer					

Fig. 8. SOM's "Scorecard" method helped to keep the project on track

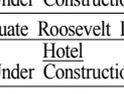
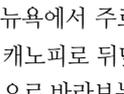


Fig. 9. Siteplan of Phase 1 - Major Academic Buildings and Landscape Features

캠퍼스의 1단계(Phase 1)는 2개의 강의동(The Bloomberg Center & Tata Innovation Center)과 기숙사(The House), 그리고 호텔과 컨벤션 기능을 가진 교육센터(Education Center)로 이루어져 있다. 캠퍼스 플라자(Campus Plaza)를 중심으로 각각의 건물을 이어주는 외부 공간, 그리고 캠퍼스 잔디밭(Campus Lawn)은 모두 보행자 친화적인 공간으로 계획되었다. 1단계 건물들과 FDR 기념 공원(Franklin Delano Roosevelt Memorial) 사이에 남겨진 2단계(Phase 2)는 준공을 앞둔 1단계와 유사한 과정으로 개발될 예정이다. 2017년 가을에 1단계(Phase 1)가 마무리되어 30여명의 교수진과 약 300명의 학생이 이사해왔으며, 추가적으로 외부 기업 및 연구소 유치, 그리고 다른 학과들의 이주가 진행 중이다.

4.3. 캠퍼스 내 주요 프로젝트

Table 1. Projects of Cornell Tech Campus and Major Sustainable Items

#	Name of Building (Photo)	Architect	Program	Sustainable Item
1		Morphosis	Academic Building	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LEED Platinum</li> <li>• Ground Source</li> <li>• Geothermal Energy</li> <li>• Photovoltaic Energy</li> <li>• Water Recycling and Treatment</li> </ul>
2		Weiss / Manfredi Architecture	Academic Building / Office / K-12 digital literacy programs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LEED Silver</li> <li>• Photovoltaic Energy</li> <li>• Water Recycling and Treatment</li> </ul>
3		Handel Architects	Faculty & Student Housing	<ul style="list-style-type: none"> <li>• LEED Platinum</li> <li>• Passive House</li> </ul>
4		Snøhetta	Convention Event	• LEED Silver
5		Snøhetta	Hotel	• LEED Silver
6		James Corner Field Operations	Open Space	• Water Recycling and Treatment
7		SOM (Skidmore Owings & Merrill)	Masterplan	

1) The Bloomberg Center

2017년 가을 완공된 블룸버그 센터(Bloomberg Center)는 미국의 LA와 뉴욕에서 주로 활동하는 모포시스(Morphosis)가 설계하였다. PV 캐노피로 뒤덮인 지붕 아래 지상 4층 규모로 맨하탄 마천루를 정면으로 바라보는 조망이 좋은 곳에 위치하고 있다. 미국의 건축 외장재 전문 기업인 자너(Zahner)와 협력하여 디자인한 메탈 패널 외관이 특징적이며, 실내로 유입되는 태양광의 양을 조절하고 외부로의 조망은 최대한 확보하되 단열 성능은 높이고 열교현상은 최소화하였다.

2) Tata Innovation Center

뉴욕에 위치한 와이스/만프레디(Weiss/Manfredi)에서 설계를 진행한 타타 혁신 센터(Tata Innovation Center)는 학교와 기업 간의 원활한 교류를 위한 건물로써, 1/3은 학생들의 업무 공간, 2/3은 스타트업(Startups)과 같은 기술 회사들(Tech companies)의 업무 공간으로 사용된다. 외관은 유리커튼월로 이루어져있고, 지붕은 블룸버그 센터와 마찬가지로 PV 캐노피로 덮여 있다. 보다 자유롭고 열린 소통이 이루어지고 원활한 협업이 가능한 공간을 제공하기 위해 대부분의 공간은 일반인들에게 개방되어 있다.

3) 캠퍼스 그린(Campus Green)

캠퍼스의 열린 중심 외부 공간인 캠퍼스 그린은 하이라인 공원(the High Line)의 조경 설계자로 알려진 제임스 코너 필드 오퍼레이션(James Corner Field Operations)에 의해 계획되었다. 캠퍼스

중심을 가로지르는 보행로인 테크 워크(Tech Walk)는 먼저 완공된 1단계(Phase 1)와 앞으로 개발될 단계(Phase 2)의 프로젝트들을 연결하며, 향후 개발 가능 용지로 남겨진 잔디로 덮인 녹색의 언덕들은 빗물을 저장하고 폭풍우에 대비하는 역할을 한다.

4) 더 하우스(The House at Cornell Tech)

핸델건축사사무소(Handel Architects)에 의해 계획된 더 하우스(The House) 프로젝트는 캠퍼스 내부에 교수진과 학생들이 한 건물에 모여서 자유롭게 토론하고 배우는 커뮤니티 공간으로 계획되었다. 26층 높이에 352개의 실을 가진 규모가 큰 고층건물이지만, 준공 당시 세계 최고층인 패시브 하우스(Passive House) 인증을 받은 건물이 되었다. 에너지 사용량을 최소화하기 위하여 창면적은 최소화하였고, 벽체와 창호는 공장에서 미리 조립하여 현장에서는 최소한의 설치만 진행하여 건물의 단열과 기밀성을 극대화하였다.

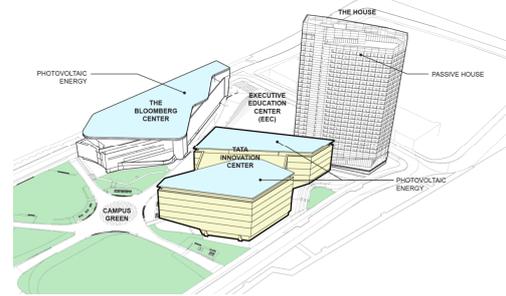


Fig. 10. Axonometric Diagram of the Cornell Tech (Phase 1)

5) 버라이즌 경영 교육센터와 대학원 호텔(Verizon Executive Education Center and Graduate Hotel)

마스터플랜 1 단계의 마지막 프로젝트인 교육센터와 호텔은 노르웨이 오슬로를 중심으로 뉴욕과 파리, 홍콩 등 다양한 프로젝트를 진행하고 있는 스노헤타(Snøhetta)라는 건축 디자인 그룹에 의해 설계되었다. 호텔은 총 196개의 실로 구성되어 있으며 4층 규모의 교육센터와 연결되어 있다. 2019~2020년 사이에 완공하는 것을 목표로 현재 공사 중에 있으며, 리드 실버(LEED Silver)를 친환경 인증 기준으로 설정하였다.

4.4. 캠퍼스에 적용된 주요 친환경 요소 분석

코넬 공과대학 캠퍼스에 적용된 주요 친환경적인 요소 중 국내 도입 가능한 요소를 분석하면 다음과 같다.

첫 번째로 블룸버그 센터의 주요 열원으로 사용된 지열 발전(Ground Source Geothermal Energy)은 미국의 친환경건물 인증(LEED)의 최상위 등급인 플래티넘(LEED Platinum)을 받는데 중요한 역할을 하였고, 지열 발전으로 도입으로 화석 연료를 전혀 사용하지 않는 건물이 될 수 있었다. 약 120m(400ft)의 깊이의 시추공 8개를 이용하여 GSHP(Ground Source Heat Pump)시스템으로 냉난방 및 온수의 대부분을 해결하였다. 무리한 지열 발전소 건립이 최근 발생한 포항 지진의 주요 원인으로 지적되는 등 안전성에 있어서는 논란이 되고 있는 바, 사전 조사와 적용 가능한 시스템을 면밀히 검토하여 국내 캠퍼스 계획에 도입하여야 할 것이다. 대규모 발전 시설이 아니더라도 대학 캠퍼스와 같은 중소규모 단지에서 요구되는 에너지는 충분히 생산 가능할 것이다. 아직은 불완전한 기술이지만, 지열 발전이야말로 어떠한 공해물질도 배출하지 않는 신재생 에너지

지원이다.

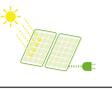
두 번째와 세 번째로 고려되었던 풍력(Wind Power)과 수력(Hydrodynamic Energy) 발전은 섬이라는 입지적 조건으로 인해 효과적일 것이라는 일반적인 예측과는 달리, 코넬 공과대학의 프로젝트에는 적합하지 않았다. 대상지가 강(East River)으로 둘러싸여 있었지만, 바람과 물살이 시시각각 변하여 현재의 기술로는 효율적인 전기 생산이 불가능하다고 판단했다. 따라서 풍력, 수력 발전은 대상지의 조건에 따라 적정 효율을 기대할 수 있는 경우에만 채택하여야 할 것이다.

네 번째 적용된 기술은 태양광 발전으로, 블룸버그 센터와 타타 혁신 센터의 지붕 전체가 PV(Photovoltaic)로 덮여 있을 정도로 태양광 발전을 적극적으로 건축 디자인에 접목시켜 사용하였다. 최근 PV의 경우 발전 효율이 점점 높아지고 있어 국내 대학에서도 적극적으로 활용하고 있는 추세이다. 다만, 건물 전체 외관 디자인과 얼마나 조화롭게 계획하느냐가 관건이 될 것이다. 코넬 공과대학의 경우는 마스터플랜 초기 단계부터 건물의 옥상을 태양광 발전을 고려하여 계획하였기 때문에 캠퍼스 전체적인 분위기를 해치지 않고도 적정 수준의 발전량을 확보할 수 있었다. 다섯 번째로는 건물의 옥상과 중심 녹지 공간의 우수를 활용하여 화장실이나 잔디밭에 물을 주는 것에 사용하였다. 또한, 생태수로(Bio-swale)를 설치하여 수해에 대비하고 환경 친화적으로 빗물을 활용하고자 하였다.

마지막으로, 기숙사(The House)는 패시브 하우스(Passive House) 기준에 맞게 설계하여 기존 건물에 비해 약 60~80%의 에너지 사용량을 절감하였다. 학생들이 거주하는 공간인 기숙사 건물에 패시브 하우스 공법을 적용하여 계획한다면, 학생들이 생활공간 안에서 친환경적인 생활 습관을 자연스럽게 체득할 수 있는 효과도 얻을 수 있을 것이다.

코넬 공과대학에서는 다양한 친환경적인 요소들이 검토되었으나, 최종적으로 적용된 요소들은 대상지가 가진 특성과 효율을 면밀히 검토하여 채택되었다. 지열 발전, 지붕에 설치된 태양광 발전(PV Energy), 우수 활용, 그리고 기숙사 건물에 적용된 패시브 하우스 기법 등이 최종적으로 프로젝트에 적용된 요소이다.

Table 2. Major Sustainability Options Explored during Masterplanning of Cornell Tech Campus

#	Sustainability Option	Location	Diagram	Note
1	Ground Source Geothermal Energy	Bloomberg Center		LEED Platinum
2	Wind Power	Not Used	-	-
3	Hydrodynamic Energy	Not Used	-	-
4	Photovoltaic Energy	Bloomberg Center / Tata Innovation Center		26,000 SF / 500 kW, 18,000 SF / 300 kW
5	Water Recycling and Treatment	Roof / Campus Green		40,000 gallon / 6 Bio-swales
6	Passive Living	The House		Certified Passive House

## 5. 결론

이번 연구는 코넬 공과대학의 사례를 통해 마스터플랜 수립 과정과 적용된 주요 친환경적인 요소를 분석하여 다음과 같은 연구 결과 및 시사점을 도출하였다.

첫째, 코넬 공과대학의 경우는 대학 전체의 기후변화 대응 계획(CAP) 계획을 근간으로 캠퍼스의 마스터플랜을 수립하였고, 이를 토대로 개별 건물을 계획하였기 때문에 캠퍼스 전체가 에너지를 효율적으로 사용할 수 있었으며, 각각 건물의 특성에 맞는 최적의 친환경 공법을 적절히 적용할 수 있었다. 둘째, 개별 건물이 아닌 대학 캠퍼스 차원에서의 종합적인 중장기 마스터플랜 수립은 친환경적인 캠퍼스를 만들기 위한 필수적인 선행 과정임을 알 수 있었다. 최근 국내 대학에서 진행 중인 그린 캠퍼스 사업은 주로 생태공원을 조성하고 태양열 집열판을 설치하는 등의 단순히 시설투자에만 그치고 있는 것이 현실이다. 단기적인 시설확충에 앞서 대학 및 구성원 전체가 나서서 에너지 사용을 효율화하기 위한 노력과 리더십을 보여줘야 할 것이며, 대학 교육 현장에서 녹색환경문화를 확산하기 위한 자발적인 노력이 필요한 시점이다. 셋째, 대학 캠퍼스와 해당 지역의 정부기관과의 행정 및 정책적인 협의가 사전에 이루어지는 과정이 필수적이라 하겠다. 코넬 공과대학의 경우는 프로젝트 초기부터 뉴욕시의 정책 방향을 적극적으로 반영하여 계획하였으며, 시의 친환경 정책을 적용하는 선도적인 역할을 담당하였다.

지구온난화에 대한 대비는 하루아침에 이루어 질 수 없고, 구체적인 실현 가능한 장기적인 계획에 따라 순차적으로 체계적인 제도화되는 과정으로 진행되어야 할 것이다. 본 연구에서는 코넬 공과대학의 마스터플랜 사례 분석을 통해 국내 도입 가능한 요소를 확인할 수 있었다. 후속 연구에서는 코넬 공과대학 뿐만 아니라 다른 선진 대학 캠퍼스의 지속가능한 개발 전략과 마스터플랜을 비교하고 분석의 범위를 확대하여 추가적인 연구의 필요성이 제기된다.

## Acknowledgement

This work was supported by the research grant of the Kongju National University in 2018.

## Reference

- [1] The Sustainable Development Goals Report 2019: United Nations, p.48.
- [2] Rosalyn Kutsch, "Sustainable Development No Longer a Focus as Trump Administration Battles Multilateralism at the United Nations." Fordham Political Review, <http://fordhampoliticalreview.org/sustainable-development-no-longer-a-focus-as-trump-administration-battles-multilateralism-at-the-united-nations/>, 2019.08.01.
- [3] One NYC 2050, <http://onenyc.cityofnewyork.us/>, 2019.08.01.
- [4] 환경부 그린캠퍼스, 그린캠퍼스 소개, 2019.08.01. // (the Department of the Environment Green Campus, <https://www.gihoo.or.kr/greencampus/>, 2019.08.01.)
- [5] Cornell University Climate Action Plan 2011 UPDATE: The President's Sustainable Campus Committee, 2012, pp.2-5.
- [6] Collin Coop, "Campus as Catalyst," Medium, <https://medium.com/@SOM/campus-as-catalyst-6722fce7c15d>, 2019.08.01.
- [7] 한국 그린캠퍼스 협의회, 2017년도 고등교육기관 전력사용량 분석자료, 2019.08.01. // (Korean Association for Green Campus Initiative, 2017 Electric Energy Consumption Total of Higher Education Facilities, [http://inctech2.subnara.info/bbs/board.php?bo\\_table=m21&wr\\_id=242](http://inctech2.subnara.info/bbs/board.php?bo_table=m21&wr_id=242), 2019.08.01.)