

Stretching across the boundaries



이용주

서울산업대학교, 건설공학부, 조교수
(ucesyjl@snut.ac.kr)

본 기사는 2009년 4월 1일 영국 NCE(New Civil Engineer)에 소개된 기사로 Jessica Rowson에 의해 작성된 내용을 번역한 것임을 밝힙니다.

홍콩과 마카오를 연결하는 38km 횡단에 대한 계획이 영국 Arup의 수석 설계자들에 의해 진행되고 있다. 홍콩-주하이-마카오(Hong Kong-Zhuhai-Macau) 횡단





은 세계적인 거대한 교량과 터널로 구성된다. 홍콩의 남서쪽에 있는 Lantau섬과, Macau섬의 Pearl river delta의 입구를 가로질러 중국 주대륙에 있는 Zhuhai 사이 38km를 연결하는 중국에서의 첫 번째 주된 해상 교량-터널 프로젝트가 될 것이다. 본 프로젝트는 1980년대 정치인들에 의해 처음으로 논의된 후, 오랫동안 심의되어 왔다. 홍콩-주하이-마카오 교량에 대한 사전 검토그룹이 2003년에 설립되었고 중국의 중앙 정부와 광둥의 지역정부, 홍콩과 마카오가 지난 여름 자금지원에 동의하였다. Arup의 이사인 Daman Lee는 “지방의 거물급 기업인 Gordon Wu경이 말한 교량 건설이 1983부터 논의되어 20년 이상이 지나서야 실현되었다.”라고 말한다. Arup은 지난 4년간 홍콩에 국한되어 사업을 추진하였지만 지난달 합작사업에서 베이징의 Highway & Planning Design Institute, COWI, First Harbour, Shanghai Tunnel과 함께 중국의 30km구간에 대한 초기설계의 수행이 공식적으로 승인되었다.

Arup의 이사인 Lee는 홍콩에서부터 pearl 강 삼각주를 건너 주하이까지 4시간 이상 시간이 단축되어, 횡단 경계지역에서의 수입과 수출에 대한 항구시설을 효율적으로 만드는데 기여할 것이라고 제안하였다. Pearl 강 삼각주 지역은 중국의 GDP의 40%를 점유하고 있으므로 그 지역의 주변개발을 지속하기 위해 많은 사회기반시설

을 구축해야 한다는 것은 좋은 생각이다. 또한 이러한 연결은 마카오로 가는 관광객과 더불어 양쪽 모두 관광산업을 장려하는데 도움을 줄 수 있다.

현재 사업자금이 확보되었고 이제부터 힘든 작업이 시작된다. 횡단은 두 구역으로 나뉘어지며 가장 긴 구간은 중국 남해에 있는 홍콩과 중국 국경 사이이다. 이 구간은 Lantau 섬에서 8km떨어진 홍콩 구역과 연결된다. Arup소속의 세계적인 교량 전문가인 Naeem Hussain은 진보적인 기술력으로 세계를 가로지르는 최장의 교량을 완공한 경험을 보유하고 있다.

30 km중 80%에 해당되는 길이는 사장교(cable stayed bridge)와 침매터널의 결합으로 만들어지며 Pearl 강 삼각지의 입구를 횡단하게 된다. 또한 사장교는 290m와 450m 구간에 세 개의 항해수로를 횡단하게 된다.

침매터널은 Lantau섬 주변 네번째 항로 밑을 가로지른다. 홍콩의 Chek Lap Kok공항과 가까워서 다리 건설이 불가능 했기 때문에, 최선의 방법으로 5.5Km의 세계에서 가장 긴 침매터널을 선택했다.

이 설계는 항로 횡단뿐만 아니라, 하구 흐름에서 다리의 충격을 최소화했다. 설계팀은 물속에서 기둥의 크기와 갯수를 제한함으로써 그것을 가능케 했다. 케이블 사이에 고가교는 경간을 70m와 110m사이로 유지했다. 필요한 기둥의 갯수를 줄여 단 하나의 기둥만이 지지점으로 사용

된다. 해저에 말뚝두부를 매설할 계획이며 “긴 경간의 고가교는 물이 흐르는데 장애가 되지 않는다. 일반적으로 말뚝두부는 해수면 근처에 설치되지만 그 경우 물의 흐름에 장애가 될 수 있기 때문에 우리는 바다 속 미리 굴착된 지역에 프리캐스트 말뚝두부를 매설할 것이다.” 라고 Hussain은 말한다.

교차점에서의 작업은 연말에 시작해서 2016년에 완공될 예정이다. 이와 같이 바쁜 일정을 가능하게 하는 열쇠는 바로 조립식 공정이다. Hussain은 “2016년까지 공사를 완료하기 위해서는 현장제작 외 많은 외부 제작이 필요하다. 우리는 현장 작업을 최소화하기 위해 프리캐스트 기둥과 갑판을 사용할 것이다. 홍콩에서는 많은 공사에 조립식 공정이 이용되고, 이와 비슷하게 한국과 중국의 교량 건설에도 공장에서 제품을 제작하고 현장에서 조립을 진행한다. 이러한 조립식공정은 품질관리와 시공속도 단축을 보장할 수 있다. 또한 우리는 기초와 바닥을 동시에 시공할 것이다.” 라고 말한다.

터널은 100m길이의 프리캐스트 콘크리트 세그먼트의 조립으로 이루어지며, 바닥은 프리캐스트 콘크리트 박스 구간으로 구성된다. Hussain은 “중국에 있는 많은 교량의 교차점은 두 개의 기둥과 두 개의 분리된 박스 구조로 지지된다. 이것은 두 차선을 포함할 정도의 폭을 가진 박스와 단일 기둥으로 만들어진다. 이와 같은 갑판은 교량에 장착된 케이블에도 쓰이며, 시공 속도를 올려준다. 또한 단일 기둥을 사용함으로써 물의 흐름에 장애가 되는 것을 줄일 수 있다.” 라고 언급한다.

교량에 장착된 케이블을 위한 약 170m 높이의 교각은 몇 마일이 떨어진 거리에서도 볼 수 있다. 중앙 탑과 케이블이 함께 어우러져 우아하고 슬림한 외관을 형성한다. “교량은 어느 공항에서 이륙하는 누구라도 선명히 볼 수 있을 것이고 삼각주의 입구에 있기 때문에 주하이, 마카오, 홍콩섬에서도 보일 것이다.” 우리는 개간지, 교량 및 터널, 기타 시설물들이 시각적으로 연속성 있는 양상을 보이도록 하고 싶다. 우리는 거대한 A-frame탑을 사용하지 않기 때문에 중앙 탑은 우아하고 슬림해 보일 것이다”라고 Hussain은 말한다.

바다 아래 침매 터널이 놓여질 두 섬을 만드는 것은 상당한 토지 매립 작업을 동반한다. “홍콩의 시설을 가로지르는 경계가 매립된 섬을 따라 선으로 그어질 필요가 있다. 그 섬은 12ha의 매우 넓은 장소이다. 주하이에서 자동차가 들어오고 세관을 통과해 홍콩에 도착하게 된다. 혹은 사람들은 대중교통을 이용할 것이다. 마카오는 그 규모가 작아 홍콩과 중국으로부터 오는 모든 차량을 수용할 수 없기 때문에 대중교통을 이용해야 한다.” 라고 Lee는 말한다.

시간이 경과하여 현재는 세부사항을 정립하는 것에 초점이 맞춰졌다. “다음 단계는 디자인을 개발하는 것이다. 연말에 공사가 시작되고, 다음 단계를 위한 설계가 진행 중이다. 이 공사는 도급업자에 의해서 최종사항이 진행되는 설계시공 일괄계약의 형태이지만 전체 계획이 구체적으로 상세화 된 후 도급자가 도면을 제작하고 시공하게 될 것이다. 공사 시작 전 9~12개월 안에 설계가 보다 뚜렷해져 있을 것이라 생각된다. 우리의 도전과제는 4~5년 내의 시공과 더불어 질적으로 우수하고, 미학적으로도 만족된 설계가 이루어져야 한다는 면에서 양면적인 요소를 가지고 있다.” 라고 Haussain은 말한다.

도로용 교량은 관광 사업을 장려하고 차량 이용량을 늘리기 위해 설계된다. 또한 도로 화물운송은 자동차배기가스와 기후 변화에 상당히 기여한다. 이러한 거대규모의 구조물에 대한 투자가 고용과 개발과 같은 측면에서 빈곤한 중국 사회 내부의 지역수준을 향상시킬 수 있다고 생각한다.

본 기사의 내용 중 교량구조물과 관련하여 그 내용이 매끄럽게 전달되지 못한 점, 독자 여러분의 많은 양해를 바랍니다. 끝으로 중국과 유럽을 포함해 전 세계적으로 섬과 본토를 연결하는 Mega Project가 꾸준히 증가하는 추세임을 알 수 있습니다. 우리도 이러한 Mega Project에 대비해 국내뿐만 아니라 세계시장에 보다 쉽게 진출하기 위해 다양한 기술력을 준비해야 할 때인 것 같습니다.