

바다를 달리는 첨단공학 인천대교

새해 첫 날, 영국의 건설전문지 '컨스트럭션 뉴스'에서 '경이로운 세계 10대 건설'의 하나로 선정된 인천대교, <원더풀 사이언스>는 1월 1일, 그 '경이로운' 건설의 현장으로 시청자를 안내한다. '바다를 달리는 첨단공학, 인천대교' 편에서는 미래 한국의 대를 보게 될 인천대교 건설의 대역사, 그 현장을 파헤쳐 본다.

글 · 김민정 EBS 홍보팀 사진 · 정종호

2008년

12월 16일 인천대교 전선현장. 기온은 영하 5도로 겨울 치고 그다지 배서운 날씨는 아니다. 하지만 조수간만이 큰 서해안의 새찬 바닷바람 앞에 몸을 그대로 노출해야 하는 현장 근로자에게 작업에 들어가기 직전의 체감온도는 영하 10도 이하로 푹 떨어진다. 더구나 이들이 일하는 곳은 바다 위에서도 한참 올라간 해수면 70미터 높이의 다리 상판 위다. 작업을 하다 보면 63빌딩 높이의 주탑 꼭대기도 수시로 드나들게 된다. 바람이 조금만 불어도 몸이 휘청거리는 이 높은 곳에서 해상교량의 새로운 기록과 역사가 매일매일 만들어지고 있는 것이다.

오늘은 인천대교 주경간 마지막 상판 연결식이 있는 날. 2005년 7월 인천대교 건설을 위해 해저에 첫 번째 말뚝을 박은 이후 3년여 만에, 인천대교가 주교량 구간의 마지막 상판을 연결함으로써 마침내 그 웅장한 위용을 드러낸 것이다.

인천대교(주)에 따르면 이날, 양 주탑에서부터 상판을 놓아 연결하도록 설계된 사장교 구간 한가운데에 길이 12.3미터, 무게 188톤의 51번 째 상판이 놓이면서 주탑 사이에 모든 상판이 올려졌다. 사장교는 1,480미터 길이의 상판 총 107개가 설치완료됨으로써 사장교 길이 기준, 세계 5위를 달성하게 됐다.

서해안은 안개가 자주 끼는데다, 바람의 영향도 많이 받아 평균적으로 월 작업일수가 20일 전후밖에 되지 않는다. 그럼에도 '국내 최대'의 해상교량을 52개월이라는 '최단기간'에 세운다는 새로운 기록에 도전하고 있다.

이 같은 짧은 공기는 어떻게 가능했을까, 어떤 첨단공법과 기술로 이 새로운 도전이 가능하게 됐을까.

설계시공병행 첨단공법으로 공기단축

송도에 세워진 제작장에서는 인천대교 건설에 필요한 모든 구조물이 제작된다. 이 중 다리 상판에 올려지는 50미터의 초대형 거더를 하나의 틀로 주조하는데, 수증기로 콘크리트를 양생하는 세계 최초의 기술을 도입, 이틀에 한 개 꼴로 상당히 빠르게 생산된다. 인천대교에는 총 336개의 FSLM 거더가 올려진다.

패스트 트랙(Fast Track), 즉 설계시공병행 방식의 도입도 단축공기를 실현하게 한 또 하나의 첨단공법이다. 설계를 끝낸 후 공사에 착공하는 기존방식과 달리, 패스트 트랙은 설계와 시공이 동시에 이뤄지는 첨단 설계방식이다. 이치법 설계를 하면서 동시에 공사를 진행하게 되면 공기가 짧아지는 것은 물론이고, 공사 중간에 더 좋은 자재 사용이나 새로운 공법도입이 가능하다는 장점이 있다.

Tip 인천대교는

인천국제공항과 인천 송도국제도시를 연결하는 다리. 해상다리와 연결도로를 포함하여 총길이 2만 1,270미터이다. 해상다리는 사장교 형식이며, 주경간 길이 800미터로 세계에서 다섯번 째로 길다. 연결도로 사업은 한국도로공사에서 시행하며, 2005년 7월 착공되어 2009년 10월경 완공될 예정이다. 완공되면 인천과 서울 남부, 수도권 이남 지역에서 인천국제공항까지 그리고 인천국제공항에서 송도국제도시까지 소요되는 주행시간이 40분 이상 크게 단축된다. 생활의 편의와 물류비용 절감은 물론, 송도국제도시와 영종 물류관광단지 건설을 촉진하고 그 가치를 극대화함으로써 외국자본의 투자를 촉진하는 효과, 한국의 새로운 랜드마크로서 관광자원화 효과 등이 기대된다.





Tip 장대교량의 두 종류, 사장교와 현수교

바다에 세워지는 대규모 교량 건설에는 교각 사이의 공간을 길게 할 수 있는 기술이 핵심이다. 공간을 길게 할 수 있는 대표적인 다리로 현수교와 사장교가 꼽힌다. 현수교는 상판을 주 케이블에 매달고 이 케이블을 다시 주탑이 지지하도록 설계한 다리다. 사장교는 현수교가 변형된 형태라고 할 수 있다. 주 케이블을 다리 양 끝에 고정하는 대신 주탑의 꼭대기에 고정된 케이블이 상판을 지탱하는 형태로 케이블이 주탑에 연결되어 있는 것이다.

우리나라 최초의 사장교는 1984년에 완공된 진도대교. 울돌목의 거친 물살 때문에 양쪽 해안에 탑을 세우고, 케이블로 다리를 묶어 지탱하는 사장교 형식을 취했다. 총 길이 7,310미터의 서해대교. 현존하는 국내 최장의 다리지만 인천대교에게 그 타이틀을 곧 내줘야 할 운명의 사장교다.

남해대교는 한국 최초의 현수교다. 지난 1973년에 완공된 길이 660미터의 남해대교는 지금도 아름다운 자태를 뽐내고 있다. 색색으로 단장한 야경이 더욱 빛나는 광안대교는 국내 최대 규모의 현수교다.

역Y자 모양으로 세워진 인천대교 주탑의 높이는 238.5미터로, 여의도 63빌딩의 높이에 육박하고, 서해대교와 영종대교의 주탑보다 훨씬 높다. 인천대교를 지탱하는 이 놀라운 위용의 주탑은 불과 24개월 만에 완성됐다. 주탑의 조기완성을 위해 콘크리트 타설에 자동상승 거푸집 시스템을 사용, 24시간 연속작업으로 주탑을 완성시킨 것.

주탑이 서 있는 기둥밑동도 신공법의 집합체다. 지름 3미터의 강관 24개를 바다의 압반에 삽어 기초를 세웠다. 보통 이루어지는 물막이 공사에 비해 2년여 시간을 단축한 것으로, 강관 안에 들어가는 철근망 제작기계도 세계 최초로 만들었다. 인천대교는 말뚝 재하실험 분야에서도 세계 기록을 갖고 있다.

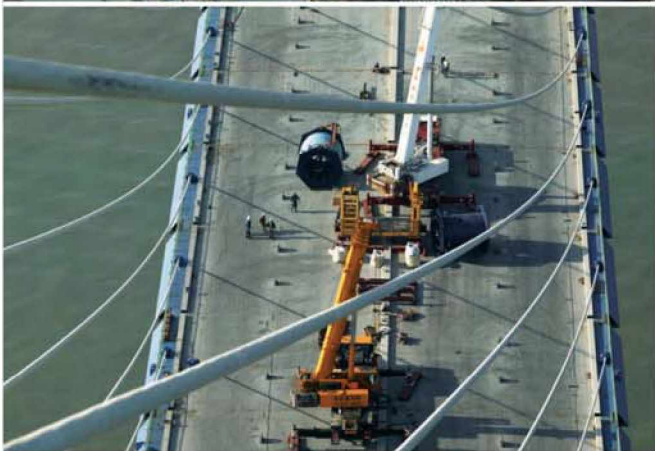
세계 최대 규모의 선박충돌보호공

또 하나 빼놓을 수 없는 공사는 세계 최대 규모의 선박충돌보호공이다. 항로를 가로지르는 인천대교는 선박 충돌의 위험에 노출되어 있는데, 그런 사고를 방지하고 선박의 안전성을 확보하기 위해 세운 특별한 대책이 바로 자동차 범퍼와 같은 기능을 하는 선박충돌보호공이다. 높이 38미터, 무게 1,000톤, 지름도 25미터나 되는 거대한 원형 구조물로 규모 면에서 세계 최대를 자랑한다. 이 충돌보호공은 주탑과 접속교 교각 주변에 총 38개가 설치된다.

인천대교의 가장 중요한 공정인 케이블 설치. 쉽게 이해하자면 다리의 기둥인 주탑과 다리의 상판을 케이블로 묶어 고정시키는 작업이다. 이 과정에도 많은 첨단공법들이 도입됐는데, 외면상 눈에 띄는 것 중의 하나가 바로 케이블 표면의 흠, 딩플이다. 주탑과 다리 상판에 경사지게 걸려 있는 케이블이 비를 맞으면 케이블 단면에 빗물길이 형성된다. 이러한 상황에서 바람이 불게 되면 케이블 자체에 진동이 발생하게 된다. 그런데 인천대교의 케이블처럼 표면에 딩플, 즉 흠을 내면 빗물로 인한 수로의 형성을 막고, 케이블에 발생하는 유해한 진동도 막을 수 있게 된다. 이렇게 완성된 케이블은 한 치의 오차도 없이 케이블 각도를 측정한다음, 교량 위에 단단히 고정된다. 인천대교에 사용되는 케이블 수는 총 208개. 케이블의 총 길이는 53킬로미터에 달한다. 주탑을 중심으로 부채꼴 모양으로 좌우로 뻗어 있으면서 주탑과 상판을 서로 연결하는 매 단계마다, 계산에 의한 예측값과 측량에 의한 실측값을 확인해 가며 최종적으로 주탑 양쪽에서 진행돼 온 상판이 중앙에서 정확히 연결되도록 한다.

“세계적으로 할 수 있는 모든 방법은 모두 여기 동원했습니다. 물론 장비라든지 좀 더 세밀한 부분이 좀더 업그레이드되었지만, 공법 자체로 보면 이 이상의 특별한 공법은 앞으로도 나오기 힘들 것입니다. 이번 인천대교 건설을 통해, 세계교량시장에서의 한국의 위상은 상당히 높아질 것입니다.” 윤만근 삼성건설 토목본부장의 말이다.

첨단공법에 대한 과감한 도전, 바로 인천대교 건설의 역사라고 해도 과언이 아니다. 그리고 오는 2009년 10월, 우리는 첨단공법으로 완성된 역사적 현장을 지켜보게 된다.



오직 망망대해 외에는 아무것도 없던 이곳에 대한민국 최대 규모의 다리 건설 프로젝트가 서서히 그 위용을 드러내고 있다. 작업에 참가한 인원만도 연 간 23만 명. 하지만 처음 현장에 도착한 그들조차도 '이렇게 짧은 시간 안에 과연 될까' 라는 의구심을 품었다고 한다. 계획된 공정대로 한발 한발 바다를 개척했던 인천대교가 이제 6차선 고속도로의 면모를 보이며 완공을 불과 10개월 앞두고 있다.