

인천대교 건설 사례로 본 교량 선진 건설기법



윤만근, 삼성물산(주) 토목사업본부장

1. 머릿글

최근 발주되는 교량공사는 Longer & Faster 즉, 교량 연장은 예전에 비해 길어지고 있는 반면 짧은 공사기간 내에 완공이 요구되고 있으며 이는 세계적인 추세이기도 하다. 대규모 물량과 짧은 공기, 이러한 현실을 극복하기 위해 국내에서도 학계 및 건설사의 연구와 노력이 지속적으로 이루어지고 있으며 실제 시공에 있어서도 신기술, 신공법의 적용 등 변화하는 교량 건설 환경에 대비하고 있다.

올해 10월 완공을 앞두고 있는 “인천대교 민자구간”(이하 인천대교)은 총 연장 24킬로미터의 해상교량으로 그 동안 국내에서 건설된 해상교량 중 가장 규모가 큰 프로젝트이며 설계와 시공을 포함하여 주어진 공기는 52개월이다.

규모나 공사기간 면에서 새로운 교량건설 환경변화의 시발점이라고도 할 수 있는 인천대교는 짧은 공기를 극복하기 위해 계획단계부터 새로운 공법과 관리기법이 요구되었으며, 이번 기회를 통해 인천대교에 도입하였던 몇 가지 선진 건설기법을 소개하고자 한다.

2. 대구경 RCD 말뚝 철근망 제작을 위한 자동화 설비

인천대교 전체 구간의 기초형식은 직경 3.0m, 2.4m, 1.8m 세 종류의 대구경 현상타설말뚝(RCD)으로 계획되었다. 공사에 소요되는 RCD 말뚝의 철근망은 D51, D41의 대직경 철근이 사용되었으며 12m길이의 철근케이지 기준으로 약 4,000개에 달하는 역대 국내 최대 규모의 물량이었고

불과 16개월의 짧은 공기 안에 기초공사를 끝내야만 전체 공기를 맞출 수 있었다.

전구간이 해상교량인 인천대교에서는 반드시 해상운반을 위한 접안시설을 갖춘 제작장에서 철근망이 제작되어야 한다는 점, 인력으로는 취급할 수 없는 대직경 철근(D51, D41)으로 짧은 기간내에 대규모 물량의 철근망이 제작되어야 한다는 점을 감안할 때 기존의 인력에 의존하는 철근 조립방법으로는 공기나 품질을 맞출 수 없다는 판단 때문에, 공사 입찰 당시 부터 RCD 말뚝 철근망 제작을 위한 자동화 설비의 개발 및 적용을 고려하였다.

수많은 테스트와 보완, 시험말뚝에 대한 적용성 검토를 거쳐 국내에서는 최초로 자동화 설비에 의한 대구경 철근망 양산체제를 구축하게 되었고 기존의 인력작업에 의해 철근망을 제작하는 것에 비하여 제작기간은 1/3로 단축시키고 투입인원은 50% 이하로 줄이는 뛰어난 효과를 거둘 수 있었다.



[그림 1] 철근망 제작 자동화 설비



[그림 2] 고가교 가설전경 (Carrier, Launching Truss Girder, 2K Floating Crane)

인천대교의 RCD 말뚝공사에서 짧은 기간내에 대규모 물량을 소화해 낼 수 있었던 이유는 기존 방식대로 현장에서 인력으로 철근작업을 하는 방법 대신 철근망 제작을 위한 자동화 설비를 개발하여 생산성과 품질을 향상시키고 제작 기간을 크게 단축할 수 있었기 때문이었다.

자동화 설비 도입을 계기로 그 동안 구조적인 장점에도 불구하고 현장에서의 철근조립작업의 어려움 때문에 설계에 실제로 반영하지 못 해왔던 spiral 철근을 적용할 수 있게 되어 구조적으로 우수한 내진성능을 확보하면서도 시공 원가는 낮출 수 있는 철근세목을 설계단계에서부터 반영할 수 있게 되었다.

또한, 자동화 설비를 이용하여 철근망을 제작하기 위해서는 철근의 길이, 간격 등에 있어서 높은 수준의 정도관리가 요구되므로 제작과정에서 발생하는 오차를 최소화할 수 있어 결과적으로 고품질의 철근망을 제작할 수 있는 시공기술을 구현할 수 있게 되었다.

3. 성역화, 기계화 시공 기술

인천대교의 고가교와 접속교 구간은 현장작업을 최소화하기 위해 푸팅과 교각을 제외한 모든 구조부재가 육상 제작장에서 프리캐스트로 제작되어 해상 운반 후 현장에서는 가설만 하도록 계획하였다.

- 고가교 구간 (8.4km, FSLM 공법)

- 육상 제작장에서 50M Full Span 단위로 거더 제작(총 336EA)
- Barge를 이용한 해상운반
- 2000톤 Floating Crane으로 기가설된 고가교 상판 위로 인양
- 특수 제작된 Carrier로 가설지점까지 운송(기가설된 고가교 상판 이용)
- 특수 가설장비인 Launching Truss Girder를 이용하여 가설
- 접속교 구간 (1.8km, Precast Segment FCM 공법)
 - 육상 제작장에서 precast segment 제작(총 868EA)
 - Barge를 이용한 해상운반
 - Derrick Crane에 의한 가설(소블럭)
 - (주두부 대블럭은 3000톤 Floating Crane으로 가설)



[그림 3] 접속교 소블럭 가설전경

고가교 구간에 적용한 50M Full Span FSLM 공법은 국내에서 도로교에 최초 적용하는 것일 뿐 아니라 적용 Span 규모로도 세계적인 수준이다. 중국 동해대교에서 적용한 사례가 있으나, 동해대교의 경우는 Floating Crane으로 직접 가설한 반면 인천대교에서는 특수 제작된 Carrier와 Lanching Truss Girder를 이용, 먼저 가설된 고가교 상판을 활용하여 가설하는 방법으로 계획하여 수심이 낮은 구간에서도 가설이 가능하도록 한 것으로서 시공기술 수준을 한 단계 높인 것으로 볼 수 있다.



[그림 4] 제작장 전경

또한, 인천대교에서는 RCD 말뚝의 희생강관과 철근망 제작에서부터 FSLM과 FCM 공법으로 시공되는 고가교와 접속교 상부구조의 제작에 이르기까지 대규모 작업이 육상 제작장에서 이루어지며 모든 자재와 장비, 기 제작된 프리캐스트 부재가 제작장 내의 접안시설을 통해 해상 운반되어야 하기 때문에 공정진행에 맞추어 제작장의 설비나 장비를 효율적으로 배치하고 활용하는 제작장 운영기술이 전체

공정에 큰 영향을 미치게 된다. 인천대교에서는 제작장의 전체 layout, 각종 설비와 장비의 배치계획 및 제한된 부지 내의 제작장을 공정에 맞추어 효율적으로 활용하기 위해 크게 2단계로 구분하여 운영방안의 최적화를 추진하였다.

이상과 같이 대부분의 구조부재를 육상제작장에서 선제작 후 가설하는 공사계획과 제한된 부지내의 제작장 최적화 운영방안, 그리고 Carrier와 L.T.G를 이용한 50M Full Span FSLM 공법의 적용 등은 입찰 당시 영국 AMEC사로부터 매우 높은 기술적 신뢰를 받았으며 한국 교량기술 수준을 국제적으로 인정받는 계기가 되었다.

4. 맺음말

최근 건설 분야는 공기 단축과 공사비 절감, 품질향상에 대한 요구가 날로 증대되고 있으며 인건비 상승, 노동력 부족, 기능 인력의 고령화 문제를 겪고 있다.

이와 같은 환경에서 경쟁력을 갖추기 위해서는 건설 분야에서 자동화, 성역화, 기계화 시공기술의 도입은 필연적이라고 생각하며 인천대교 건설공사를 통하여 계획, 설계, 운영, 관리를 포함하는 우리의 기술로 충분히 가능하다는 것을 보여줄 수 있었다고 생각한다.

향후 국내 건설기술의 발전을 위해서는 상부구조뿐 아니라 아직까지 현장타설에 머물고 있는 하부구조까지 성역화, 기계화 시공이 확대 적용될 수 있어야 한다고 생각하며 최근 진행되고 있는 이 분야의 설계 및 시공 관련 연구 성과가 하루빨리 현장에서 구현도리 수 있기를 기대해 본다.

· 윤만근 e-mail : mgy.52@samsung.com