

국내 해상교량의 특성 및 유지관리 전략

Strategy of Maintenance and Property of Offshore Bridge in Korea



경 갑 수^{1)*}
Kyung, Kab Soo

1. 서론

교량구조물은 교량의 지정학적 특성에 따라 지역의 인적 및 물적 교류에도 중요한 역할을 하는 것과 함께 구조물의 높은 미적 우수성을 바탕으로 다양한 교량형식을 적용할 수 있으므로 지역의 랜드마크 기능을 갖게 되어 지역의 경제 활성화에도 중요한 역할을 하고 있다.

국내 해상교량은 국토교통부 익산지방국도관리청(이하 익산청)이 관할하고 있는 서남해안을 주축으로 하는 국도 77호선의 정비와 함께 2000년을 기점으로 비약적으로 증가하고 있다. 이곳의 지리적 특성은 좁은 지역 내에 섬의 밀집도가 세계최고 수준이어서 교량으로 연결하기 용이한 지리적 특성을 갖고 있다. 익산청 관내의 도서는 전국의 65%, 유인도서 65%, 도서면적 73%, 도서인구 44%를 차지하고 있다.

현재 국토교통부에서 관할하고 있는 해상교량은 30개소로 익산청이 거금대교 등의 20개소(연장 15,300m, 건설비 18,594억원), 부산청이 삼천포대교 등의 8개소(연장 3,906m, 건설비 3,316억원), 서울청이 강화대교 등의 2개소(연장 1,474m, 건설비 860억원)이다. 특히 익산청 관내 해상교량은 일반국도 해상교량의 67%, 연장의 74%, 건설비용의 82%가 집중되어 있는 특징을 갖고 있다.

또한 현재 익산청에서 시공중인 해상교량은 새천년대교 등의 23개 교량의 17개 현장으로 총 2조 5,000억원의 사업비가 책정되어, 2013년말까지 약 50%가 집행되었으며 향후 지속적으로 사업이 진행예정에 있다. 또한 건설계획 중인 14개의 해상교량에 약 2조 6,000억원의 건설비가 소요될 것으로 보고되고 있다. 그러므로 건설이 완료된 해상교량 및 향후 건설계획을 고려하면 2010년 이후부터는 유지관리비를 포함하여 매년 약 3,000억원의 예산이 지속적으로 필요할 것으로 보고되고 있다.

따라서 국가의 주요한 사회인프라시설물의 하나인 교량 구조물, 특히 해상교량에 대해서는 향후 시공을 포함한 건설관리는 물론 유지관리의 효율성을 향상시키는 것이 국가의 건설인프라기술을 개발하고 향상시키는데 있어서 중요한 요인이 될 것으로 판단된다.

이 기사에서는 이러한 국내의 해상교량의 건설환경 및 유지관리 변화에 따른 해상교량 유지관리의 체계성 및 시스템 구축, 그리고 향후 시사점에 대해 기술하고자 한다.

2. 국내 해상교량의 특징

국내 해상교량은 미국, 일본 등의 외국과는 달리 비교적 최근인 2000년 전후에 그 건설이 비약적으로 증대하였으며, 이로 인한 유지관리가 중요한 현안사항이 되고 있다. 예를 들어 2013년 2월에 개통된 국내 최장 현수교인 중

1) 한국해양대학교 건설공학과 교수, 공학박사
* E-mail : kyungks@kmou.ac.kr

안경간 1,545m, 총연장 2,260m인 이순신대교는 전라남도에서 발주한 교량으로 건설비가 약 5,000억원이 소요되었다. 이순신대교는 국내에서 설계, 감리, 시공, 가설자재 제작 등의 모든 공정이 순수 국내기술로 건설된 최초의 해상장대교량이다. 그러나 이 교량은 향후 교량의 유지관리 비용이 지자체의 현안사항이 될 것으로 예상되고 있다. 예를 들어, 올 한해 유지관리 비용은 약 12억이지만 하자보수가 완료된 이후에는 약 100억이 소요될 것으로 예상되고 있다.

그러므로 앞에서 기술한 것과 같이 국내의 해상교량은 대부분 국도에 건설된 교량이 많아 서해대교 등의 고속국도에 건설된 교량, 또는 영종대교, 인천대교와 같이 민자도로에 건설된 교량, 그리고 광안대교, 마창대교 등과 같이 유료도로로 운영되는 교량과는 다른 재무구조를 갖는 특징이 있다. 익산청의 경우 현재 유지관리예산은 전체 투입예산 대비 5%이나 10년 후에는 23%가 되며, 점진적으로 증가하면 20년 후에는 유지관리비용이 100%가 될 것으로 예상하고 있다. 그러므로 유지관리 예산의 체계적이고 효율적인 집행이 필요할 것으로 판단된다.

또한 현재의 국도상의 해상교량은 발주처인 지방청에서 계획·설계·시공을 담당하고 있으나, 이들 교량의 통합계측관리는 한국시설안전공단, 유지관리는 국토관리사무소에서 수행되고 있다. 따라서 이들 업무를 통합적으로 운영할 수 있는 업무체계를 구축하는 것이 필요할 것으로 판단된다. 이러한 통합업무의 대표적인 선진사례로는 일본의 혼슈시코쿠연락교 고속도로(주)의 장대교기술센터 등을 주요 사례로 들 수가 있다.

한편 해상교량이라는 특수 구조물에 대해 건설 및 유지관리 등의 전문적인 업무를 지속적이고 효율적으로 실시할 수 있도록 지방국토관리청 산하에 통합전담기구를 조직하고 운영하는 것도 필요할 것으로 판단된다. 이러한 전담조직의 운영은 해상교량에 대한 건설 및 유지관리 기술에 대한 일관성 확보 및 체계성을 확보할 수 있으며, 또한 축적된 기술노하우를 활용하는 것에 의해 국내의 기술발전은 물론 해외시장 진출에도 중요한 역할을 할 수 있을 것으로 판단된다. 그리고 해상교량의 랜드마크 기능을 강화하여 관광자원 및 지역의 홍보를 통한 지역경제의 활성화 전략에도 일익을 담당할 수 있을 것으로 판단된다.

3. 해상교량의 건설·유지관리의 체계성 및 시스템 구축을 위한 전략화

국내의 해상교량은 대부분 케이블로 지지되는 케이블형식의 특수교량이 대부분이므로 이들 교량은 일반적으로 육상에서 건설되는 일반교량과는 사업규모, 시공기술, 안전품질, 유지관리 측면에서 다른 특징을 갖고 있다. 그러므로 국도상의 해상교량을 통합관리하는 전담부서의 설치가 향후 해상교량의 전략화에 중요한 위치를 차지할 것으로 판단된다.

해상교량의 전략화를 위한 방안으로는 다음과 같은 업무를 수행하는 것이 필요할 것으로 판단된다.

3.1 해상교량 건설·관리 통합체계 구축

▶ 해상교량을 위한 전담기구의 체계화

- 전담조직의 구성 및 업무의 선도화

예로서 외국에서와 같이 관할구역에 산재된 해상교량과 관련된 건설·관리를 위한 조직 편성 및 국내 특성을 반영한 업무 개발

- 관계기술자의 전문성 향상을 위한 교육시스템 구축

예로서 해상교량과 관련된 계획·건설 및 유지관리에 관련된 통합기술센터의 운영을 통한 인재양성 및 기술전파를 도모할 수 있으며, 또한 통괄조직에 의해 업무가 일원화되어 통합된 의사결정을 할 수 있을 것으로 판단된다.

이러한 것을 통하여 해상교량 건설기술의 분야별 관리기법의 공유 및 국제화에 대응한 기술을 선도할 수 있을 것이며, 또한 특수건설분야의 전문성 향상과 해상교량 건설에 관한 글로벌 경쟁력 향상에 기여할 수 있을 것이다.

3.2 설계·시공 및 유지관리 기술 고도화

▶ 해상교량 건설기술 고도화를 위한 분야별 기술 정립 및 건설관리 기술 체계화 구축

- 계획·설계단계, 시공단계, 유지관리의 공정별 매뉴얼 구축을 통한 기술력 확보 및 기술 선도화

- 축적 기술의 해상교량 유지관리에의 환류를 통한 예산절감 및 품질개선

▶ 해상교량 유지관리기술 고도화를 위한 마스터 플랜 구축

- 유지관리 가이드라인 및 인력 양성을 통한 경쟁력 강화

Table 1 구조물 안전등급별 점검종류에 따른 점검주기

| 안전등급 | 정기점검 | 정밀점검 | 긴급점검 | 정밀안전진단 |
|-------|-----------|-----------|------|-----------|
| A등급 | 반기에 1회 이상 | 3년에 1회 이상 | 필요시 | 6년에 1회 이상 |
| B·C등급 | | 2년에 1회 이상 | | 5년에 1회 이상 |
| D·E등급 | | 1년에 1회 이상 | | 4년에 1회 이상 |

Table 2 안전점검/정밀진단을 할 수 있는 책임기술자의 자격

| 구분 | 자격요건 |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 정기점검 | ▶「건설기술관리법」에 따른 토목·건축 또는 안전관리(건설안전) 직무분야의 건설기술자 중 초급기술자 이상 |
| 정밀점검 및 긴급점검 | ▶「건설기술관리법」에 따른 토목·건축 또는 안전관리(건설안전) 직무분야의 건설기술자 중 고급기술자 이상 ▶건축사로서 연면적 5천 제곱미터 이상의 건축물에 대한 설계 또는 감리 실적이 있는 사람 |
| 정밀 안전진단 | ▶「건설기술관리법」에 따른 토목 또는 건축 직무분야의 건설기술자 중 특급기술자 ▶건축사로서 연면적 5천 제곱미터 이상의 건축물에 대한 설계 또는 감리 실적이 있는 사람 |

Table 3 건설기술자의 기술등급 및 인정범위

| 기술등급 | 기술자격자 |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 특급기술자 | ▶기술사 |
| 고급기술자 | ▶기사 자격을 취득한 자로서 7년 이상 ▶건설공사업무를 수행한 자 ▶산업기사 자격을 취득한 자로서 10년 이상 ▶건설공사업무를 수행한 자 |
| 중급기술자 | ▶기사 자격을 취득한 자로서 4년 이상 ▶건설공사업무를 수행한 자 ▶산업기사 자격을 취득한 자로서 7년 이상 ▶건설공사업무를 수행한 자 |
| 초급기술자 | ▶기사의 자격을 취득한 자 ▶산업기사 자격을 취득한 자 |
| | 학력·경력자 ▶석사 이상의 학위를 취득한 자 ▶학사학위를 취득한 자로서 1년 이상 건설공사업무를 수행한 자 ▶전문대학을 졸업한 자로서 3년 이상 건설공사업무를 수행한 자 ▶고등학교를 졸업한 자로서 5년 이상 건설공사업무를 수행한 자 ▶국토해양부장관이 정하는 교육기관에서 1년 이상 건설기술관련 교육 과정을 이수한 자로서 7년 이상 ▶건설공사업무를 수행한 자 |

- 장기적인 운영·관리능력 고도화를 통한 유지관리 효율화 및 서비스 수준 향상

이러한 것을 통하여 해상교량과 관련된 기술자원의 활용 및 기술 선도로 지역경제 활성화에도 상당한 기여를 할 수 있을 것으로 판단된다.

4. 해상교량 유지관리와 기술인력

현재 국내 사회인프라시설에 대한 유지관리는 안전등급 분류에 따라 1종 및 2종 시설물에 대해서 구조물 점검주기를 시특별에서는 Table 1과 같이 규정하고 있다. Table 2에는 안전점검/정밀진단을 실시할 수 있는 책임기술자의 자격, 그리고 Table 3에 건설기술자의 기술등급 및 인정

범위를 나타내었다. 이러한 기술인력은 국내 해상교량의 유지관리 인력에도 기본적으로는 적용할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 해상교량의 특수성을 감안하면 기술인력에 대한 재평가 등이 필요할 것으로 판단된다.

Table 4에는 주요 선진국에서의 유지관리 업무에 대한 관련기술자 자격을 나타내었다. 국내에 비하여 유지관리 업무를 실시할 수 있는 기술자의 자격으로 다양한 분야의 경력을 인정하는 다양성을 갖고 있음을 알 수 있다. 따라서 해상교량에 적합한 기술인력 양상을 위해서는 앞에서 제시한 통합기술센터에서 해상교량에 관한 교육을 통해 해상교량에 관한 전문점검기술자의 양성을 실시하면 될 것으로 판단된다.

그리고 유지관리 고도화를 위한 기술자 양성에 있어서는 다음과 같은 사항을 병행하여 검토하는 것이 필요할 것으

Table 4 각 국가별의 점검자격자 제도의 비교

| 항목 | 미국 | 영국 | 프랑스 | 일본(국도교통성) |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 법적자격 | 있음 | 없음 | 없음 | 없음 |
| 점검의 자격제도 개요 (법적이외의 것도 포함) | 전국교량점검기준(NBIS)에서 프로젝트메니저와 팀리더의 자격요건이 표시되어 있음. 프로그램메니저: 교량의 점검, 보고, 대장작성·유지의 책임자 팀리더: 교량의 현지점검책임자(점검의 리더) | 교통성 기준에서 점검책임자의 자격요건이 표시되어 있음. | 상세점검을 실시하는 토목연구소 직원을 대상으로 점검책임자, 점검자, 점검보조원의 자격요건이 나타나 있음. | 교량점검요령(안)에서 교량에 관해 충분한 지식과 실무경험을 가진 자가 점검을 실시하도록 표시되어 있음. |
| 자격요건 | 프로그램메니저: 등록기술사(PE) 또는 10년 교량점검 경험을 가져야 하며, 또 FHWA공인의 “교량점검연수코스”를 종료한 사람 팀리더: a) 프로그램메니저 자격 소지자 b) 5년의 교량점검 경험이 있으며, 또 FHWA공인 “종합교량점검연수코스” 수료 c) 공학기술국가자격협회의 레벨Ⅲ 또는 Ⅳ의 교량안전점검자의 자격을 가지며, 또 FHWA공인의 “종합교량점검연수코스” 수료 d) 다음 모두에 해당하는 사람 ① 단과대학 또는 종합대학의 공학사, 또는 동등의 공학기술인가위원회가 인정한 사람 ② 국가공학시험협회의 공학시험에 합격 ③ 2년의 교량점검 경험을 가진 사람 ④ FHWA공인의 “종합교량점검연수코스” 수료 e) 다음 모두에 해당하는 사람 ① 단과대학 또는 종합대학의 준공학사, 또는 동등의 공학기술인가위원회가 인정한 사람 ② 4년의 교량점검 경험을 가진 사람 ③ FHWA공인의 “종합교량점검연수코스” 수료 | 점검책임자: - 도로구조물의 설계, 시공 또는 유지관리 경험을 가진 인정토목 또는 구조기술사 (Chartered Civil or Structural Engineer) | 점검책임자: 다음 항목을 만족하고, 심사자에 의한 면접에 합격한 사람 - 대학입학자격 취득후 5년의 공학교육을 받은 사람, 또는 대학입학자격 취득후 2년의 공학교육 또는 10년 이상의 실무경험을 가진 사람 - 교량검사연수를 연수한 사람 점검원: 다음 항목을 만족하고, 심사자에 의한 면접에 합격한 사람 - 대학입학자격 취득후 2년의 공학교육을 받은 사람, 또는 대학입학자격 취득후 실무경험을 가진 사람 - 실무경험이 적은 경우, 실무시험에 합격한 사람 점검보조원: 대학입학자격자 또는 BEP(직업학습 수료증), CAP(직업적성증)을 취득한 사람 | 점검업무에 관계된 교량검사원, 교량 점검으로서 필요한 요건의 표준 교량검사원: 대책구분 판정을 실시하는데 필요한 다음의 능력 및 실무경험을 가진 사람 - 교량에 관한 상응의 자격 또는 상당의 교량실무경험을 가진 사람 - 교량설계·시공에 관한 상당의 지식을 가진 사람 - 점검에 관한 상당의 기술 및 실무경험을 가진 사람 - 점검결과를 검토할 수 있는 기술 및 실무경험을 가진 사람 교량점검원: 손상상황 파악을 실시하는데 필요한 다음의 능력 및 실무경험을 가진 사람 - 교량에 관한 실무경험을 가진 사람 - 교량의 설계·시공에 관한 기초지식을 가진 사람 - 점검에 관한 기술 및 실무경험을 가진 사람 |

로 판단된다.

- 유지관리·계측 전문가 경력관리 방안
- 전문 점검자 자격 기준
- 전문 점검자 양성 프로그램
- 설계 평가에서의 유지관리 전문가 운영
- 해외 유지관리 전문기관과의 교류 방안

물론 이와 같이 해상교량 유지관리 고도화를 위해서는 국가의 담당기관에서 적합한 예산의 지속적인 지원 체제 및 적정 인력의 투입이 선행되어야 할 것으로 판단된다.

5. 맺음말

이 기사에서는 국내 해상교량의 증대와 함께 해상교량의 건설·유지관리의 효율성 향상을 위한 관련기구의 조직 및 이들 활용을 위한 몇 가지 제언사항을 정리하였다. 이러한 기사가 향후 국내 해상교량의 건설 및 유지관리의 기술고도화를 이루기 위한 기초자료로 활용되기를 바란다.

담당 편집위원: 김태진
(㈜창민우구조건설탄트 사장)
taejin@minwoo21.com