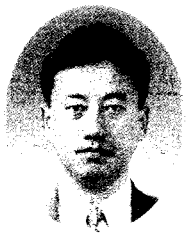
콘크리트 구조물의 보수 · 보강기술의 발전방향

- Discussions for Improvement of Concrete Rehabilitation Technology -



최완철* 정원용**

1. 머리말

콘크리트는 국내 건설 구조재료에 있어 강재와 더불어 중요한 건설재료로서, 특히 경제발전이 가속화되기 시작한 1960년대 후반 이후 사회간접자본의 확충과 1970 ~ 1980년대의 경제 성장기에 대부분의 구조물 축조에 사용되었다. 그러나, 짧은 기간에 걸쳐 많은 구조물을 양산하고 이들을 유지 관리하는 것에 소홀하여 20 ~ 30년이 경과한 현 시점에서 설계 및 시공의 부실과 외부 환경의 변화 등에 따라 급속한 노후가 진행되고 있으며 콘크리트 구조체가 적정한 수명을 다하지 못한 채 사용금지 되거나 철거의 대상이 되고 있다.

콘크리트 구조물의 유지관리는 부실공사의 여부와 관계없이 구조물의 사용성과 내구성을 유지하고 향상시키는데 필요한 과정이며, 붕괴와 같은 사고를 사전에 방지하여 사용자로 하여금 재해로부터 보호되도록 하는 역할을 한다.

최근에 건축 토목 분야에서 콘크리트 구조물의 보수·보강 및 리모델링 분야가 부각되고 있으며, 실제로 토목분야의 경우, 건축 구조물의 재건축에 비해 활발하게 보수·보강업무가 진행되고 있다. 콘크리트 구조물의 철거와 재시공은 자원 낭비, 환경오염 측면에서 사회적 관심이 크고 국가적 접근이 요구된다. 이러한 요구에 비하여 관련 업체는 영세하고 기술의 축적과 정립이 늦고, 국가적으로 통일된 기술기준이나 시방서 및 지침서가 전무함으로 인하여 공법 선정에서 기술력 판단의 어려움이 크다. 이에 따라 공사수주시 객관성이 결여되고 향후 보수·보강된 구조물의 문제 발생에 대한 우려가 높다. 본 논단에서는 국내에서 최근 주목받기 시작한 콘크리트 구조물의 유지관리 보수·보강시장과 기술 현황, 개선 시켜야 할 제도 등을 위주로 논의하고자 한다.

* 정회원, 숭실대 건축공학과 교수
** (주)후레씨네코리아 상무이사

2. 국내 보수 · 보강시장 현황

콘크리트 구조물의 보수로서 단면 복구 및 방수와 같은 기술행위는 상당히 오래 전부터 시행하여 왔으나 구조물의 보강에 대해서는 1994년 10월 성수대교 및 1995년 6월 삼풍백화점 붕괴사고를 계기로 본격적으로 거론되었다. 현재 토목 구조물 중 유지관리상 대표적인 대상인 교량의 경우 2000년 12월 31일을 기준으로 전국에 1만 6,117개교가 있으며, 설계하중별로 보면 1등교(총 통과하중 43.2 ton)는 48.8 %인 7,853개이며 2등교 이하 교량은 51.2 %인 8,264개교로서 산업구조 변화에 따른 물동량 수요를 충족시키기 위하여 1등교로의 성능개선 사업이 진행 중에 있다. 특히 성수대교 붕괴사고 이후 시설물의 유지관리의 중요성이 인식됨에 따라 시설물 유지관리에 관한 법령제정 등 관련제도 및 조직을 정비하고 예산의 적기투입으로 유지관리 예산규모 및 교량의 관리상태는 형식상 거의 선진국 수준에 도달했다고 볼 수 있다. 〈표 1〉에는 건설 시기별 교량 현황을 보여주고 있다. 70년대와 80년대 이후 교량 건설이 급격하게 이루어졌고 향후 교량의 유지관리 비용 또한 지속적으로 증가되어야 할 것이다.

건축 구조물의 경우, 환경과 관련한 문제를 고려할 때 리모델링을 통한 기능유지 및 성능향상으로 생애주기를 연장하는 방안이 현실적인 대안으로 대두되고 있다. 이는 대체로 15 ~ 20년이 경과한 건물들을 총체적인 개수(renovation)를 함으로써 사회의 환경 변화에 따라 건물의 정보화, 에너지 절약, 쾌적성 향상 등 요구에 부응하고 있다.

특히 저소득 시대이었던 1970년 또는 1980년대 초에 건설된 공동주택 성능이 빠르게 높아진 소득 및 생활 수준에 비하여 미흡하다. 이러한 빠른 변화에 따라 재건축이 요구되고 있으나 조기에 대량의 건축물을 허물고 새로 짓는 것은 국가적인 자원낭비이며, 건축 폐자재의 처리 문제 등으로 대안인 리

표 1. 건설시기별 교량현황

구 분	합 계	고속국도	일반국도	특별시도	국가지원지방도	지방도	시도	군도
합 계	16,117	2,175	3,563	1,174	741	3,105	1,595	3,764
1945년 이전	128	-	21	17	16	28	20	26
1945년 ~ 1960년	49	-	12	6	3	10	10	8
1961년 ~ 1970년	681	67	121	72	52	180	91	98
1971년 ~ 1980년	2,415	241	394	226	118	438	275	723
1981년 ~ 현재	12,844	1,867	3,015	853	552	2,449	1,199	2,909

표 2. 국내 리모델링 시장의 단계별 시장규모 전망

구 분	2000년 ~ 2010년	2010년 ~ 2020년	2020년 이후
특 징	· 비주택 부문 중심으로 성장 · 주택부문은 인테리어 개선 중심으로 활성화 · 저밀도 고급 아파트를 중심으로 동 또는 단지 리모델링 출현	· 주택(특히 공동주택) 리모델링 활성화 · 주택부문이 전체 리모델링 시장 선도	· 서구국가와 같이 리모델링 시장이 전체 건설시장에서 가장 주용하고 큰 비중 차지
시장규모	9조 5천억원(2000년) → 19조원(2010년)	19조원(2010년) → 28조원(2020년)	31조원(2025년)
건설투자 중 비율	8 ~ 10 %(2000년) → 15 ~ 20 %(2010년)	15 ~ 20 %(2010년) → 25 ~ 30 %(2020년)	30 % 이상(2025년)
중점부문	민간 오피스, 상가건물, 병원 등 특수 건물	아파트, 일반주택, 민간 및 공공 비주거 건물 등으로 다양해짐	

표 3. 시설물 유지 관리업 등록현황(2002, 7 현재)

서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원
646	98	57	29	85	62	31	241	73
충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	합계	
65	28	65	108	68	69	13	1,738	

모델링으로 유도되고 있다. 구조 리모델링을 통하여 실면적을 넓히고 동시에 신축에 비해 1/3내지 1/2정도의 비용투입으로 단기간에 공사를 완료할 수 있다는 여러 가지 이점을 적극 활용하여야 한다.

주택 및 건축물의 경우 2001년도 이후 리모델링을 활성화하는 제도개선이 적극 추진되고 있다. 「건축법 시행령」에서 리모델링 개념을 "건축물의 노후와 억제 또는 기능 향상 등을 위하여 증축, 개축 또는 대수선하는 행위"로 정의하여 기존 건축 규제의 상당 부분을 적용 완화 받을 수 있도록 개정하였다. 〈표 2〉는 시기별 리모델링 시장 성장 전망을 보여주고 있다. 2010년 이후 공동주택 구조 리모델링이 활성화 할 것으로 보아 이와 관련된 콘크리트 구조물의 보수·보강시장도 계속하여 확대될 것이다.

한편, 보수·보강 유지관리 분야에서 공사규모와 시장에 비해 현재 상당수의 업체가 진출해 있는 것으로 조사되고 있다. 현행 콘크리트 구조물의 보수·보강 시공업무는 건설산업 기본법 시행령 제7조와 시설물 안전관리에 관한 특별법 제2조 제9호에 의해 정의되어 있으며, 전문건설업의 「시설물 유지 관리법」 면허를 취득하여야 공사에 참여할 수 있다. 〈표 3〉에는 2002년 7월 현재 시설물 유지관리법 면허발급 현황이 나타나 있다. 표에서 보는 바와 같이 현재 전국적으로 약 1,700여 개의 업체가 등록되어 있으며, 실제로는 이보다 많은 약 3,000여 개의 업체가 활동 중에 있다. 이는 추후 업무량 확대에 대한 기대감과 다른 공사에 비해 진출이 용이한 점을 이유로 할 수 있다. 그러나 대부분의 업체가 영세하고 기술력이 낮으며 과당 경쟁으로 기술력 우위에 의한 공사 수주가 어렵고 품질확보 차원에서 우려가 높다. 이에 따라 기술 지도가 요구되고 이를 해결할 수 있는 품질 평가의 기준이 될 수 있는 관련 설계 기준 및 시방서 등 기술 정립이 시급하다.

3. 보수·보강 설계 기준 및 신기술

콘크리트 구조물의 보수·보강기술은 구조 지식과 다양한 재료의 성능을 이해하여야 하기 때문에 기술 정립이 용이하지 않다. 더욱이 보수·보강 후 구조 거동이 난이하고, 특히 사용상에 여러 가지 환경 조건, 장기 성능과 관련하여 특성 예측도 쉽지 않다. 한편 보수·보강기술의 적용에 있어서는 특정 형식의 구조물만이 대상이 되는 것이 아니므로 다양한 재료와 공법이 사용되고 있으며 공법들간에 구조물 별로 적합성과 효용성의 검증이 필요하며, 이에 대한 지침과 기준제시가 요구되고 있다.

관련학회인 대한건축학회, 대한토목학회, 한국콘크리트학회는 기술지도서 발간과 기술강좌 등을 통하여 기술 보급의 역할을 하고 일부 지침서 작성을 진행시키고 있으나 극히 제한적이다. 콘크리트 구조물의 유지관리 보수·보강기술기준 정립을 위하여 국가기관인 한국건설기술연구원, 시설안전관리공단 및 국가 주무부처인 건설교통부의 종합적인 대책 수립과 지원이 필요하다.

이와 같이 국가 기준이 마련되지 않은 상태에서 현장에서는 품질이 미흡한 자재가 검증 없이 사용되고, 시공되는 경우가 허다하다. 현재 국내에서 적용되고 있는 재료나 공법으로는 건설교통

부로부터 신기술로 지정된 30여 건의 보수·보강공법(2002. 6 현재)과 특허 등으로 지정된 공법 등 무려 40여 가지가 사용되고 있으며, 이외에도 실제 국내외에서는 신기술 및 특허 등으로 등록되어 있지 않으나 유사한 제품 및 공법이 산재해 있는 실정이다. 국내에서 신기술이 보호받고 있는 반면에 신기술 획득 이후 지속적인 개발이 미흡하며, 신기술의 적합성이 충분히 검정되지 못한 상태로 시공되어 추후 문제가 발생될 소지가 크다. 신기술, 특허 등 각종 공법에 대한 내구성을 비롯한 사용 가능 여부에 대한 재평가가 필요한 시점이다.

4. 국내 보수·보강공사 수주 및 관련 제도

공공 시설공사의 시공시 설계오류에 의한 시설공사의 부적정 요인이 40 % 이상을 차지할 만큼 설계 관리가 시공 품질을 확보하는 주요 요인이 되고 있다. 이에 비해 일반 공사의 설계-설계 평가-설계도서검토-감리 등과 같은 관리 체계 없이 신기술이나 특허공법을 보수·보강시 임의로 설계에 반영하고 제한 경쟁 입찰을 통해 공사가 발주되고 있는 실정이다. 이에 따라 당해 구조물에 공법 적정성 여부에 큰 비중을 두지 못한 채 발주처에서 무리하게 추진되는 경우가 적지 않으며 추후 구조물의 내구성 확보 및 구조물의 상태 평가에도 악영향을 미칠 소지를 포함하고 있다. 특히, 적용대상 공법의 선정기준이 모호하여 과다 설계 및 부적절한 공법이 적용될 수 있는 요인 또한 내포하고 있다.

따라서 공사 발주시 과다한 신기술, 특허 공법에 의한 제한 경쟁 요건을 지양하고 유사한 공법을 적용하여 선택할 수 있도록 하여야 한다. 특수한 공정에 따른 기술이 아닌 경우에는 제한 경쟁 입찰을 일반입찰과 대안 입찰을 병행하여 하여야 한다.

보수·보강기술의 선정에 있어서는 공법들간에 구조물 별로 적합성과 효용성의 검증이 필요하며, 이에 대한 지침과 기준제시가 이루어짐으로써 보다 공정성과 객관성을 확보할 수 있을 것이다.

또 하나의 개선책으로서 최근 주택공사연구소에서 수행한 콘크리트 구조 보강공법 적용방안 연구 보고서에서는 공공적으로 중요한 구조물이거나 정밀 시공이 요구되는 경우, 관련 전문가 협의회를 통하여 보강공법을 선정하도록 제안하고 있다. 학계 및 전문기술인력으로 구성된 협의회로부터 보강 공법의 적합성, 업체의 시공실적, 기술력, 신용도 등을 종합적으로 평가하게 하여 구조물의 유지관리와 보수·보강의 품질을 확보하고자 한다.

5. 발전 방향

첫째, 보수·보강 관련 설계기준, 시방서, 지침을 마련함이 시급하며 업계의 영세성에 비추어 국가적인 지원이 요구된다. 자재 및 공법 적용시 설계 기준과 관련하여 기초적인 기준 물성치의 제정이 필요하다.

둘째, 현재 사용되고 있는 신기술, 특허제품을 비롯한 보수·보강용 자재 및 공법에 대해 지속적으로 내구성, 적합성을 평가하여 사용 가능여부를 분류하여야 한다. 보수·보강공사 후의 적합성 여부를 지속적으로 평가 관찰하여 차후 당해 자재 및 공법을 적용할 때 적절히 보완하게 하여야 한다.

셋째, 공사 발주시 과다한 신기술, 특허 공법에 의한 제한 경쟁 요건을 지양하고 유사한 공법을 적용하여 실제 시공시 선택할 수 있도록 하여야 한다. 특수한 공정에 따른 기술이 아닌 경우에는 제한 경쟁 입찰을 일반입찰과 대안 입찰을 병행하여 실제 구조물에 적합한 재료 선정과 공법 선정이 투명하게 이루어질 수 있도록 하여야 한다.

넷째, 보수·보강 공법선정 과정에서 객관적이며 기술우위에서 판단되어질 수 있는 전문가협의회 성격의 기구가 필요하다. 또한 건축 구조물의 재건축, 리모델링 및 토목 구조물의 보수·보강여부의 판단이 정치적 논리 이전에 기술적인 판단이 우선 될 수 있도록 평가, 관리 감독할 수 있는 기능이 있어야 하겠다.

건축, 토목, 콘크리트 구조물은 개인의 재산이기보다는 국가의 자산이다. 더 이상 국가 자산의 관리를 영세한 중소 업체에만 맡길 수 없다. 적기에 적절하게 보수·보강 유지관리 되기 위하여 관련 기술발전과 설계기준 정립이 시급하며 이에 국가적 지원이 요청된다.

참고문헌

1. 콘크리트 구조물의 보수, 보강, 1997, 대한건축학회.
2. 전국교량현황 공표, 2001, 건설교통부.
3. RC 구조물 보수, 보강재에 관한 조사 연구, 1997, 한국건설기술연구원.
4. 월간거래가격, 2002, 7, 대한건설협회.
5. 철근 콘크리트 구조물의 보강공법 적용방안 연구, 2002, 대한주택공사 주택도시연구원.
6. 콘크리트 건축물의 리모델링 기술, 2002, 한국콘크리트학회.