

河川橋梁은 洗掘에 安全한가

李 正 圭*

1994년 10월 21일 성수대교가 어이없이 무너진 날은 공교롭게도 부산에서 대한토목학회의 정기 학술발표회가 열리던 날이었다.

토목관계 전문가들이 대부분 부산에 모여 있었으므로 서울의 신문과 방송사에서는 교량전문가를 찾느라 소동이 일어났다고 하며 기자들이 학술발표장까지 찾아와 취재하는 모습을 볼 수 있었다.

성수대교가 붕괴된 이후 한강을 통과하는 교량은 교통체증이 더욱 심해졌으며, 급기야 한강교량을 보수하는 동안 승용차 10부제를 시행하여 자동차의 통행을 일부 제한함으로써 교통문제를 해결하고 있다. 성수대교의 붕괴는 교량하나가 서울의 시민 생활에 얼마나 큰 영향을 줄 수 있는가를 보여주는 좋은 본보기가 되었으며 교량의 안전에 대한 경종을 울려 주었다. 이에 따라 정부는 노후화된 교량의 안전문제를 심각하게 받아들여 전국의 교량을 대상으로 안전진단을 실시하고 있으며 교량안전에 대한 장기적인 점검계획도 발표하였다.

여기서 우리는 교량의 안전에 대한 문제를 다시 한번 생각해 보아야 하겠다.

과연 현재 정부에서 실시하고 있는 교량안전점검 대책이 그것으로 충분하다고 볼 수 있는가?

교각의 세굴은 교량의 안전문제와 직결되어 밀접한 관계를 갖고 있음에도 불구하고 하천기술자의 참여없이 세굴문제를 도외시한 채 교량의 안전을 논의한다면 완전한 교량 안전 점검이 될 수 없는 것이다.

교량은 하천바닥에 교각을 세우고 그 위에 상부

구조를 설치하기 때문에 교각이 안전하지 않으면 그 교량은 안전하다고 볼 수 없는 것이다.

교각은 하천바닥에 깊숙히 박혀 있는 기초나 말뚝위에 기초를 만들고 그 위에 교각공사를 하기 때문에 만일 하상에 세굴이 심하게 일어나면 교각이 안전하다고 볼 수 없으며 교각이 안전하지 않으면 교량전체가 안전하다고 볼 수 없는 것이다. 교량의 안전은 교량자체의 구조적인 안전도 물론 중요하지만 교각의 기초주위에 세굴이 심하게 발생하면 기초의 수평지지력을 상실하게 될 뿐 아니라 기초가 암반까지 되어 있지 않은 교량에서는 연직지지력도 저하되는 문제가 발생하게 된다. 따라서 교량의 안전점검에는 반드시 세굴에 대한 조사도 병행하여야 할 것이다.

교량피해의 예를 보더라도 전국적인 상세한 조사는 아니지만 우리나라 홍수시의 교량피해는 대부분이 세굴때문에 일어난다고 알려져 있다.

미국에서도 교량붕괴의 가장 공통적인 원인은 홍수시 교량기초의 세굴작용 때문이며 붕괴원인 발생 비율을 보면 교각세굴과 교대세굴(橋臺洗掘)이 각각 대략 50%라는 분석결과가 나와 있다.

교각세굴이 심하게 일어난 몇가지 예를 보면 국내에서는 경남 남해군 창선대교의 붕괴원인이 교각 세굴이었으며, 시공중 공사를 중단한 서강대교의 기초상태를 조사한 결과 최대 세굴심이 9m나 발생하였고, 92년 7월에 신행주대교가 무너진 후에 실측해 본 결과 교각밑에 상당한 세굴이 일어났다는 보고가 있었으며 2년후 다시 조사해 본 결과 최대

* 정회원, 한양대학교 공과대학 토목공학과 교수

세굴심이 9m가량 되었다. 이집트 나일강에 세워진 교량에서는 최대 11m까지 세굴이 발생했다는 보고도 있다.

이상과 같이 하상에 교각이 세워지면 세굴이 심하게 일어날 수 있으며 더욱이 교각을 세울때 공사를 하기 위하여 원래의 하상을 심하게 손상시켜 놓기 때문에 세굴에 대한 저항력이 약해져서 세굴이 일어나기 쉽게 된다.

실제로 교량설계를 검토해 보면 세굴에 대한 사항은 형식적인 검토에 그칠 때가 많으며 교각의 안전을 계산할 때에는 장애에 발생할 최대세굴심에 대하여 행하는 것이 안전측인데, 현재의 하상을 기준으로 계산하는 것이 대부분이다.

최근에 서울에 건설되는 도로 중에는 하천의 본래 기능 보다는 교통문제를 우선으로 보는 단견(短見)논리에 밀려서 하천구역을 침범하여 교량식도로(교량구간)를 건설하는 경우를 종종 볼 수 있다. 한강에 건설되는 강변고속도로를 비롯하여 홍제천, 정릉천, 청계천의 일부구간에 공사중인 교량식도로가 그 예이다. 특히 하폭이 넓지 않은 곳에 큰 교각이 세워진다면 큰 홍수가 발생할 때 세굴이 심하게 일어나서 교량안전에 문제가 생길 우려가 크다고 생각된다.

우리가 교량의 안전문제와 연관하여 교각세굴문제를 다시 한 번 생각해보고자 하는 것은 일반적으로 세굴발생과정에 대한 정확한 이해의 부족과 세굴에 대한 설계기준이 명확하지 않아서 세굴문제를 그렇게 심각하게 다루고 있지 않기 때문이다.

첫째, 교각세굴의 특징은 세굴이 단기간에 일어나는 것이 아니고 장기간에 걸쳐서 지속적으로 일어날 뿐 아니라 큰 홍수가 있을 때는 최대유량시에 최대세굴이 일어 났다가 홍수가 끝날 때 쯤에는 다시 일부 퇴적현상이 일어나서 세굴된 부분이 되때 꾸어 지기 때문에 실제 발생한 최대 세굴심을 관측하기 어렵다. 또한 하상세굴은 교각으로 인한 국부적인 세굴현상 외에도 장기적인 하상변동 경향에 의한 하상저하가 일어난다. 또한 하천상류에 댐과 같은 하천시설물이 설치되면 상류로부터 유사공급

이 중단되기 때문에 유사에 의한 하상의 평형상태가 깨어지게 되며, 하천에서 골재채취를 하게되면 하상저하는 더욱 빨리 일어날 수 있다. 그러므로 하상상태는 시간이 감에 따라 계속적으로 변하고 있으므로 교량의 안전점검을 실시할 때는 반드시 교각의 세굴상태를 동시에 조사하여 교량의 안전에 영향이 있는지, 없는지를 검토하여야 할 것이다.

둘째로, 교각의 세굴은 교량의 안전에 중대한 영향을 줄 수 있음에도 불구하고 하천시설기준이나 교량설계기준에 세굴에 관련된 뚜렷한 기준이 없는 상태이다. 여기서 기준이 없다는 것은 세굴이 중요하지 않다는 것이 아니라 세굴심을 구하는 방법이나 절차 또는 세굴방지공법에 관하여 상세하게 규정되어 있지 않다는 것이다. 따라서 실제로 교량을 설계할 때 교각의 세굴에 대비한 교량의 안전성 여부가 상세하게 검토되지 않고 미비한 채로 지나치는 수가 많다. 앞으로 교각세굴심을 추정하는 적절한 방법과 아울러 세굴방지공법에 관한 설계기준을 마련하여 교량의 안전에 추호도 소홀함이 없어야 할 것이다.

세굴심을 계산하는 데도 문제점은 있다고 생각된다. 지금까지 최대세굴심을 예측하는 공식이 많이 제안되어 있으나 이들 공식의 부분은 실험실에서 행한 실험결과를 기준으로 만들어진 공식이기 때문에 동일한 조건하에서도 공식마다 세굴심의 계산결과에 큰 차이가 있다. 이러한 미비점을 보완하기 위해서는 하천에 세워진 기존교각의 세굴상태를 정확하게 알아야 한다. 세굴심은 하상물질의 성질과 하천의 수리특성에 따라 크게 달라질 수 있으므로 무엇보다도 기존 교각의 세굴상태를 정밀 조사관측할 필요가 있으며, 우리나라의 하상조건과 수리특성에 맞는 세굴심 추정방법이 개발되어야 할 것이다.

결론적으로 교량의 안전은 세굴과 밀접한 관계에 있기 때문에 교량설계시 세굴에 관한 상세한 설계기준이 마련되어야 하며, 앞으로 교량 안전점검시에는 반드시 하천기술자가 참여하여 세굴과 관련된 교량의 안전여부가 검토되어야 할 것이다.