

## 일반기사

# 시설물 관리수량 증가와 고령화에 대비한 안전점검과 진단체계 발전방향 고찰

The Study of Development Direction Safety Inspection and Diagnosis System in Preparation for Volume Growth and Aging Facilities



문 명 국<sup>1)</sup>

Moon, Myung Kuk



이 춘 혁<sup>2)</sup>

Lee, Choon Hyuk



배 동 조<sup>3)</sup>

Bae, Dong Jo



구 상 용<sup>4)\*</sup>

Koo, Sang Yong

### 1. 서론

최근 세월호 침몰사고로 인해 안전에 대한 관심이 높아지고 우리사회 각 분야에서 안전관리시스템에 대한 전반적인 재검토와 함께 국민의 생명과 재산을 지키기 위해 개선이 필요한 사항에 대한 많은 논의가 진행중이나, 이와 같은 논의가 대형사고가 일어난 이후에 이루어진다는 점은 참으로 안타까운 일이 아닐 수 없다.

과거 1990년대 중반에 삼풍백화점 붕괴, 성수대교 붕괴 등 국민의 생명을 앗아간 대형 시설물 붕괴사고가 잇따라 발생하면서 시설물관리의 중요성이 대두되었고 이를 계기로 1995년 1월 「시설물의 안전관리에 관한 특별법」(이하 “시특법”)이 제정되어 교량, 터널, 댐, 항만 등 각종 시설물의 점검과 진단, 보수·보강 등 안전관리에 관한 기틀을 마련하였고, 각 관리주체에서는 시특법에서 정한 안전점검, 진단 및 기록관리, 유지보수 등의 규정에 따라 시설물을 유지관리하고 있다.

그러나, 시특법은 대형사고가 발생한 직후에 제정됨에 따라 지나치게 보수적이고 획일적으로 결정된 면이 없지 않으며, 약 20년이 지난 현재까지 별다른 변화 없이 유지

되어 왔다. 그러나, 관리대상에 포함되지 않은 소규모시설물은 관리사각지대에 놓여있으며, 특히 급속한 경제발전과 더불어 건설된 많은 시설물들은 시간이 지남에 따라 고령화 되어가고 있고 이들에 대한 점검과 보수·보강 등 유지관리에 필요한 자원 또한 점차 늘어가고 있어 시설물을 관리하고 있는 관리주체들에게는 큰 부담으로 작용하고 있다. 따라서, 시특법을 기반으로 하는 우리나라 시설물의 안전관리체계에 대해 한국도로공사가 관리하고 있는 고속도로 교량과 터널의 유지관리 사례를 통해 알아보고 개선이 필요한 점은 없는지 살펴보고자 한다.

### 2. 시설물 안전관리 관련법과 안전점검 체계

시설물의 안전관리는 시특법, 건설기술진흥법(이하 “건진법”), 재난 및 안전관리 기본법(이하 “재난법”) 등 3가지 법률에서 관련내용을 규정하고 있다.

이중 시특법은 1995년 1월 제정되어 현재까지 13차례의 개정을 통해 오늘에 이르고 있으며, 시설물의 안전점검과 유지관리에 관한 전반적인 내용을 담고 있으며, 초기점

Table 1 시설물 안전관리 관련법

구분	시특법	건진법	재난법
관리대상	1종, 2종	1종, 2종	소규모 시설물
주요내용	안전점검, 진단, 보수·보강 등	초기점검 실시	재난발생 예방·대응·복구 등

1) 한국도로공사 구조물처장  
 2) 한국도로공사 구조물안전팀장  
 3) 한국도로공사 구조물안전차장  
 4) 한국도로공사 구조물진단차장  
 \* E-mail : khc95@ex.co.kr

Table 2 시특법 주요내용

구 분	세 부 내 용
시설물의 안전조치	- 안전점검의 종류, 실시자의 자격·기관 - 1종시설물의 정기적 정밀안전진단 및 실시기관 - 시설물의 안전등급의 지정 - 안전점검·진단 실시결과 통보, 평가, 비용부담 - 안전점검·진단 및 유지관리 실적관리 - 사용제한, 안전점검 또는 진단 실시결과에 이행
시설물의 유지관리	- 시설물의 유지관리방법, 비용부담 등 - 시설물의 안전 및 유지관리예산 확보, 실태점검 - 사고원인 조사, 벌칙 적용에서의 공무원 의제
한국시설안전공단	- 공단의 설립, 정관, 개원, 사업, 지도·감독 등
벌 칙	- 벌칙, 양벌규정, 과태료

Table 3 안전점검 및 정밀안전진단 종류 및 실시목적

종 류	실 시 목 적
초기점검	유지관리에 필요한 시설물의 초기자료 확보
안전점검	정기점검 시설물의 기능적 상태판단, 사용요건 만족여부 확인
	정밀점검 이전 상태에서부터의 변화, 사용요건 만족여부 확인
	긴급점검 손상발생시 시설물의 상태 확인
정밀안전진단	정밀한 외관조사와 각종 측정·시험을 통해 시설물의 상태평가 및 안전성평가 데이터 확보

검은 건진법, 특정관리대상시설물의 관리에 대한 내용은 재난법에서 각각 규정하고 있다.

시특법의 내용을 자세히 살펴보면 안전점검의 종류와 시기, 정기적인 정밀안전진단의 실시, 시설물의 유지관리, 점검·진단·유지관리 실적관리, 벌칙 등 모든 시설물관리와 관련된 내용을 총망라하고 있으며, 관리대상 시설물은 비교적 규모가 큰 1종과 2종으로 구분하여 종별로 관리하도록 하고 있다.

시설물의 안전관리는 시설물의 상태를 정확하게 파악하는 점검활동에서 출발한다고 할 수 있다. 시설물의 상태를 정확하게 판단해야 안전성을 향상시키거나 기능을 유지하기 위한 적절한 보수·보강을 실시할 수 있다. 시설물 안전관리 출발점인 점검활동은 크게 초기점검, 안전점검, 정밀안전진단으로 나눌 수 있으며, 초기점검은 유지관리에 필요한 초기치 확보를 위해 건설공사 준공전에 실시하고 안전점검과 정밀안전진단은 사용중에 정기적으로 실시한다.

### 3. 현행 안전점검과 진단체계의 문제점

#### 3.1 관리 사각지대에 놓인 소규모 시설물

현재 “시특법”에서는 관리대상을 시설물의 종류와 규모, 형식 등에 따라 1종과 2종으로 구분하고 비교적 규모가 작

Table 4 고속도로 교량 및 터널 관리현황

구 분	계	교 량			터 널		
		소 계	100m 미만	100m 이상	소 계	1,000m 미만	1,000m 이상
수량 (개소)	9,180	8,453	5,655	2,798	727	569	158

Table 5 고속도로 교량, 터널의 안전점검 및 진단 실시주기

구 분	시특법 관리대상		시특법 관리대상 외 (소규모 시설물)
	1종 시설물	2종 시설물	
시설물수(개소)	1,433 (15.6%)	2,371 (25.8%)	5,376 (58.6%)
정기점검	매년 2회		매년 1~2회
정밀점검	안전등급에 따라 1회/1~3년		미 실시
정밀안전진단	1회/4~6년	필요시	매년 약 30개소

은 시설물은 관리대상에 포함하지 않고 있다. 다만 ‘재난 및 안전관리 기본법’에서 소규모 시설물에 대해서 특정관리대상시설물\*로 지정하고 매년 정기점검을 실시하도록 함으로써 관리체계가 전혀 없다고 할 수는 없으나 시특법에서 규정하는 내용만큼 체계적이거나 기술적이지 못하다. 상대적으로 규모가 큰 1종과 2종 시설물이 소규모 시설물에 비해 중요성이 높은 것은 사실이나 소규모 시설물 역시 사고발생시 이용자의 안전을 위협하기는 마찬가지이다. 물론 관리주체는 시설물의 규모에 관계없이 사고가 발생하지 않도록 시설물을 철저히 관리하여야 하나 의무적으로 해야 하는 각종 안전관리 활동이 1종과 2종시설물을 중심으로 이루어질 수 밖에 없는 것이 현실이다. 따라서 규모가 작은 시설물도 제도권 내에 두고 관리하여야 할 것으로 보인다.

1969년 경인고속도로가 개통된 이후 우리나라의 고속도로는 2014년 현재 약 3,790km의 고속도로가 건설되었으며, 이중 19.6%인 743km가 9,180개소의 교량과 터널로 이루어져 있고, 현재 건설중인 노선의 경우에는 교량과 터널의 비중이 점점 늘어가고 있는 추세이다.

고속도로의 교량과 터널 역시 시특법 관리대상 시설물을 중점적으로 관리하고 전체 시설물의 58.6%(5,376개소)에 달하는 소규모 시설물은 정기점검만을 매년 1~2회 실시하는 실정이다.

#### 3.2 불합리한 초기점검 용역업체 선정방법

초기점검에서 확보된 시설물의 초기자료는 그 시설물의

\* 특정관리대상시설물 : 재난발생 위험이 높거나 재난예방을 위하여 계속적으로 관리가 필요한 시설물

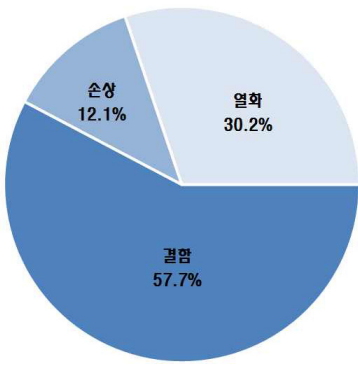


Fig. 1 고속도로 교량 결함, 손상 및 열화비율

수명이 다 할 때까지 활용할 자료로서 대단히 중요한 자료이다. 초기상태를 정확하게 판단하면 그 시설물의 약점과 지속적으로 관리해야할 부분을 정확하게 파악하여 유지관리에 활용할 수 있다.

“교량 손상분석을 통한 점검 효율화 방안 연구(이일근, 한국도로공사 도로교통연구원, 2013)”에 따르면 총 956개의 정밀안전진단보고서를 기초로 고속도로 교량의 손상을 분석한 결과 결함과 손상, 그리고 열화 중에서 하자성격이 강한 결함이 전체의 57.7%를 차지하고 있는 것으로 나타났으며, 이러한 분석결과는 시설물의 초기상태를 점검하는 초기점검의 중요성을 잘 나타내고 있다.

그러나, 현행 건진법에서는 시설물을 직접 시공한 건설업자가 점검업체를 선정하여 초기점검을 시행하도록 하고 있어 점검이 부실해질 수 있는 가능성을 안고 있다. 현 초기점검 관련제도는 점검업체가 건설업자의 눈치를 봐야하는 구조로서 건설업자는 준공이 임박한 시기에 실시하는 초기점검으로 인해 나타나게 될 각종 결함의 노출을 꺼리게 되고 우월적인 지위를 이용하여 점검업체의 자유로운 점검활동을 위축시킬 수 있다. 이렇듯 초기점검은 시설물을 직접 건설한 건설업자에 대한 평가의 성격이 강하기 때문에 시설물을 직접 시공한 건설업자에게 초기점검 업체를 선정하고 대가를 지불하도록 하고 있는 현행 제도는 개선되어야만 한다.

### 3.3 비효율적인 안전점검과 진단체계

시특법 제7조에서는 1종시설물에 대해 준공 후 10년이 경과하면 정기적으로 정밀안전진단을 실시하고 2종시설물은 안전점검 결과 필요시 실시하도록 규정하고 있다. 그러나, 많은 비용을 투입하면서 시설물의 상태와는 관계없이

Table 6 정밀점검과 정밀안전진단 기본과업 비교

정밀점검	정밀안전진단
- 자료수집 및 분석	- 자료수집 및 분석
- 현장조사	- 현장조사
· 기본시설물 또는 주요부재의 외관조사, 외관조사망도 작성	· 전체부재의 외관조사, 외관조사망도 작성
- 시험: 콘크리트 비파괴강도, 탄산화깊이	- 시험: 콘크리트 비파괴강도, 탄산화깊이 연화물함량시험, 강재 비파괴시험
- 상태평가	- 상태평가
- 안전성평가(선택과업)	- 안전성평가 및 종합평가
- 보수·보강방법(선택과업)	- 보수·보강방법
- 보고서 작성	- 보고서 작성

Table 7 교량 안전성평가 기준(안전점검 및 정밀안전진단 세부 지침)

안전등급	안전성평가기준	비고
A	SF > 1.0	
B	0.9 ≤ SF < 1 이나, 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우	◦ 허용응력설계법 SF(안전율) = 허용응력/발생응력 = $f_a / f_{(d+i)}$
C	0.9 ≤ SF < 1	◦ 강도설계법 SF(안전율) = 설계강도/소요강도 = $\phi Mn / Mu$
D	0.75 ≤ SF < 0.9	
E	SF < 0.75	

Table 8 최근 5년간 고속도로 교량 안전등급 결정 현황

교량의 안전등급	개소수	상태평가 결과	안전성평가 결과	비고
계	801	-	-	
A	6	<b>A</b>	A	
B	742	<b>B</b>	A	
C	1	B	<b>C</b>	DB-18교량
	50	<b>C</b>	A	
	2	<b>C</b>	B	

정기적으로 정밀안전진단을 시행해야 하는 현행 제도에 대해서는 다시 한번 검토해 볼 필요성이 있다. “안전점검 및 정밀안전진단 세부지침”의 정밀점검과 정밀안전진단의 과업내용을 살펴보면 과업내용에 큰 차이점을 발견하기 어렵다.

외관조사에 있어서 대상부재는 정밀점검이 주요부재, 정밀안전진단은 전체부재로 되어 있으나 보조부재는 가로보 등 소수로서 외관조사 대상부재에 거의 차이가 없고, 가장 큰 차이점이라 할 수 있는 안전성평가는 안전율에 따라 시설물의 안전등급을 판단하는 것으로서 설계시 이미 충분히 검토를 거친 사항인데 반복적으로 같은 내용을 정밀안전진단시 실시할 필요성이 있는지 의문이다. 물론 심각한 손상이나, 대대적인 보강으로 구조단면의 변화가 있을 때는 안전성을 재확인해야 하겠으나, 시설물의 단면이나 재료강도

Table 9 재진단시 최초진단대비 안전등급 변화

구분	재진단	최초진단대비 안전등급 변화		
		동일	상향 (B→A)	하향 (A→B, B→C)
건수(건)	286	276	7	3
비율(%)	100	96.5	2.5	1.0

에 변화가 없는 상태의 안전성 평가는 같은 결과를 얻을 수 밖에 없다.

최근 5년간(2009~2013년) 고속도로 교량의 정밀안전진단결과를 분석한 결과 전체 801건 중 단 1건(0.1%)만이 안전성평가에 의해 안전등급이 결정된 것으로 분석되어 교량의 안전등급은 안전성 평가가 아닌 상태평가 결과에 의하여 결정되어짐을 보여주고 있다.

또한, 재진단시 최초진단과의 안전성평가 결과의 변화를 살펴보면 안전등급의 변화가 없거나 상향된 경우가 전체의 99%이며, 하향된 경우는 1%에 그치고 있어 큰 상태의 변화가 없는데도 불구하고 안전성평가를 주기적으로 시행하는 것은 합리적이지 못하다는 것을 방증하고 있다.

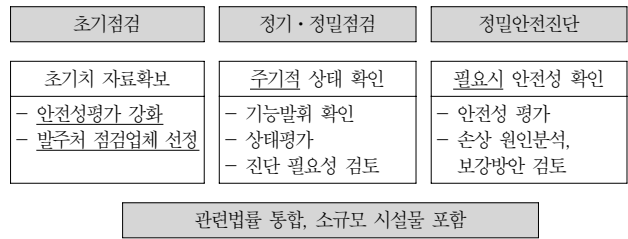
### 3.4 1종과 2종 시설물에만 집중되는 자원

시특법에서는 관리대상 시설물을 비교적 규모가 큰 1종과 2종시설물로 하고 해당시설물은 의무적으로 안전점검과 정밀안전진단을 시행토록 하고 있으며, 특히, 정밀안전진단은 관리주체가 안전진단전문기관이라 하더라도 외부 안전진단전문기관에 의뢰하여 시행하도록 하고 있다. 따라서 관리주체에서는 외부 안전진단전문기관과 용역계약을 체결하여 정밀안전진단을 실시하고 있다.

시설물의 상태를 정확하게 확인하여 보수·보강, 사용제한, 전면개량 등의 필요한 조치를 취하기 위해서는 안전점검과 정밀안전진단이 선행되어야 하는 것은 당연하나, 지나치게 많은 재원이 1종과 2종 시설물의 점검과 진단에 집중되고 있는 실정으로 이는 시특법에서 안전관리 대상시설물을 1종과 2종 시설물로 국한하고 있기 때문이며, 대부분의 관리주체는 인력과 예산의 여력이 없어 소규모 시설물까지 정밀점검과 진단을 실시할 수 없는 실정이다.

고속도로의 경우 1종 시설물의 정밀안전진단을 위해 연간 약 100억원의 비용을 투입하고 있으며, 향후 대상이 점차 늘어남에 따라 필요한 비용은 지속적으로 증가할 것으로 전망되고 있어, 한정된 유지관리 예산에서 상당히 큰 재무적인 부담이 될 것이 예상된다.

Table 10 안전점검과 정밀안전진단 체계 제안모델



## 4. 개선방향 제안

### 4.1 안전점검체계 통합과 역할의 재정립

현행 시설물의 안전관리는 시특법 등 여러 관련법률에서 규정하고 있으며, 이를 관리하는 정부기관 또한 나누어져 있어 일관성이 떨어진다. 이를 하나의 체계로 통합하는 작업이 필요한 시기이며, 통합작업에 있어 각각의 안전점검 활동에 대한 역할도 재정립하여 효율성과 일관성을 유지하도록 하여야 한다.

우선, 소규모 시설물을 제도권내에 두고 관리할 수 있도록 관리대상의 폭을 넓혀야 한다. 각 시설물 관리주체에게만 맡겨두기에는 고령화, 관리수량의 증가, 재원의 한계 등 관리환경이 열악해지고 있기 때문이다.

둘째, 안전점검과 진단의 역할을 재정립하여야 한다. 시설물의 상태나 위험도와는 관계없이 주기적으로 실시하도록 하고 있는 정밀안전진단의 역할을 보다 합리적으로 조정하여야 한다. 안전을 확인과 공용내하력평가 등의 안전성평가는 초기점검을 강화하여 유지관리 초기에 확인하여 활용하고 재료강도나 단면의 손실 등으로 필요할 경우 선택적으로 추가적인 안전성평가를 실시하는 것이 타당하다. 또한 전문가에 의해 실시하는 정밀점검만으로도 시설물의 상태를 확인하는 것은 어렵지 않은 일이며, 점검자가 판단하여 손상의 원인분석과 함께 보수·보강방안의 검토가 필요한 경우 정밀안전진단을 실시하여도 무리가 없다. 이렇듯 초기점검과 정밀점검의 역할을 강화하고 진단은 일상적인 점검을 통해 보다 정밀하게 시설물의 안전성을 확인해야 할 필요가 있을 경우 실시하는 체계로 개선하여야 한다.

### 4.2 시설물 안전점검 주기의 유연성 확보

현행 시특법은 제정당시 대형사고 발생 직후에 시설물의 안전체계를 강화하기 위한 목적으로 제정됨에 따라 다소 보수적이고 획일적이며 유연성이 떨어지는 면이 있다. 물

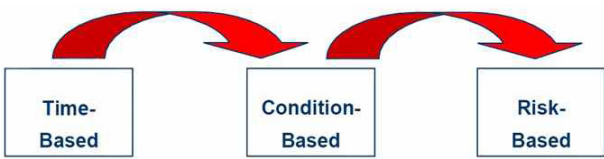


Fig. 3 시설물 점검주기 발전단계

뉴욕주	후쿠이현	런던
NYSDOT Region Bridge Ownership Element Design Type Superstr. Design Type Superstr. Mat. Type Functional Class AADTT Salt Usage Snow Accumulation Climate Groups Feature Under	긴급수송로 여부 도로기능(국도/지방도) 교통량 중차교통량 우회로 여부 고립주거시설 유무 적용시방서 교량하부(도로/하천) 해양이격거리 동해위해도 우회로 여부 산사태지역 지반조건(성토/평야)	Current State Structural type Exposure severity Material type Inspectability Mag. of Failure Socio-eco. Import.

Fig. 4 교량 위해인자의 해외사례

론 재원이 풍부한 여건이라면 안전관리는 강화할수록 사고 발생을 억제할 수 있는 효과를 거둘 수 있을 것이다. 그러나 현실은 그렇지 못하다. 대부분의 관리주체는 안전점검과 정밀안전진단 및 보수·보강을 위해 매년 많은 비용을 지출하고 있으며, 시설물의 고령화가 진행되면서 더욱 많은 비용을 지출하여야 하는 상황이다. 이러한 상황을 고려할 때 한정된 재원으로 보다 효율적인 안전관리활동을 할 수 있도록 관련제도를 정비할 필요성이 커지고 있다.

특히, 안전점검과 정밀안전진단 주기는 시설물의 특성과 시설물이 위치한 자연환경, 유지관리 여건 등을 종합적으로 고려하여 결정되어야 하나, 안전등급과 종별에 따라 획일적으로 결정되어 있어 가장 개선이 필요한 부분이라 하겠다.

“교량 손상분석을 통한 점검 효율화 방안 연구(한국도로공사 도로교통연구원, 이일근 등, 2013년)”에 따르면 현재 우리나라 시설물의 점검주기는 정해진 시간이 도래하면 실

Table 11 위험도기반 교량 정밀점검 주기(년)

상태등급	Hazard		
	Low	Moderate	High
A	6	4	3
B	4	3	2
C	2	2	2
D	1	1	1
E	1	1	1

시하는 이른바 시간기반(Time Based) 체계이며, 보다 효율적인 체계인 위험도기반(Risk Based) 점검체계를 제안하고 있다.

해당 연구내용을 보면 미국, 영국, 일본 등 선진국에서는 교량의 상태와 점검주기 결정시 교량의 중요도와 열화인자(강설일수, 제설재사용량, 동결융해일수 등), 중차량 교통량 등 위해인자를 고려하여 결정하고 있으며, 고속도로 교량에 이를 적용하여 정밀점검의 주기를 산정하여 제안하고 있다.

이와 같이 시설물의 특성과 노출환경 등을 고려한 합리적인 점검주기 결정을 위해서는 관리주체에 점검주기 결정 권한을 어느 정도 부여하여야 한다. 민간관리주체는 제외하더라도 기술력을 갖추고 시설물을 유지관리하는 공공관리주체만이라도 관련제도 내에서 관리하는 시설물의 특성을 반영하여 자유롭고 효율적으로 관리할 수 있도록 하여야 한다.

### 5. 결론

시책법은 우리나라 시설물 안전관리의 기반이 되었고 실제로 안전한 시설물 관리에 크게 기여한 바 있다. 그러나, 현재의 안전점검체계는 획일적이고 유연성이 부족하며 불필요하게 많은 비용을 투입하는 비효율적인 면이 없지 않다. 따라서 가까운 미래에 닥칠 시설물의 고령화에 따라 예상되는 여러 가지 문제점을 예방하기 위해 우리보다 앞서 고령화된 시설물을 유지관리하고 있는 선진국의 예를 거울삼아 보다 효율적이고 합리적인 방향으로 관련 제도의 정비가 필요한 부분은 없는지 재검토해야 할 때이다.