

교량 상판의 안전점검

김 용 희

경남대학교 토목공학과 교수

1. 머릿말

근래에 도로구조물에 대한 안전관리가 관심의 대상이 되고 있고, 이는 시간이 흐를수록 그 중요도가 더해 가고 있는 실정이다. 도로구조물 가운데도 교량구조물은 성수대교 사고 이후 철저한 사전점검과 안전관리면에서 전국적으로 관심을 모으고 있다.

교량을 안전하게 유지 관리하려면 무엇보다 철저하고 완벽한 점검이 필요하다.

교량에서는 상판이 가장 손상을 받기 쉬운 부분이다. 이는 자동차 윤하중을 직접 받기 때문이다. 그렇기 때문에 교량의 유지관리에는 상판을 면밀히 효과적으로 잘 점검하여 조기에 손상을 발견하고 적절한 보수·보강대책을 세우는 것이 무엇보다 중요한 일이다.

그래서 여기서는 현재 일본의 「阪神高速道路公團」에서 제정하여 사용하고 있는 「도로구조물의 표준점검」 가운데서 가장 손상빈도가 심한 교량의 상판 부분에 대한 점검방법 및 손상판정 표준을 소개하고 이를 참고로 하여 우리 실정에 맞는 점검법을 개발하는 데 기초자료를 제공하고 자 한다.

2. 점검의 분류

점검은 크게 나누어 일상점검과 정기점검으로

나눌 수 있고 특별한 재해나 사고 발생시 실시하는 임시점검이 있다.

2.1 일상점검

일상적으로 도로구조물의 상황을 파악하는 것으로 이상, 손상 등을 조속히 발견하여 도로를 항상 양호한 상태로 유지하기 위하여 필요한 조치 및 보수의 여부를 행하는 것이다. 점검빈도는, 노상점검은 본선 위에서의 포장은 주 5회, 램프부 기타는 주 1회로 하고 노하점검은 월 1회 정도로 한다.

점검방법은 노상점검은 점검차를 이용하고 노하점검은 도보 또는 배로 하며 토공부 점검은 감시원이 도보로 관찰에 의한 점검을 한다.

2.2 정기점검

정기점검은 장기 점검계획을 세운 후에 일정 기간에 점검을 행하는 것으로 일상점검에서 확인되지 않았던 세부의 손상에 대해서도 빠짐없이 행하며 구조물의 건전도를 파악하여 기능저하의 원인이 되는 손상을 조기에 발견함과 동시에 보수계획 작성을 위한 자료를 얻을 목적으로 행한다. 정기점검의 방법 및 빈도는 표 1과 같고 점검결과는 표 2의 판정표준으로 판정한다.

표 1. 정기점검의 구분 및 빈도

구분	점검대상구조물	빈도	점검방법
상부공	강보, 콘크리트보, 상판(Ⅱ), 난간, 교상구조물	1회/5-7년	접근관찰, 필요할 때 두드림 또는 간단한 계측
하부공	콘크리트 교각, 강재 교각, 상판(Ⅰ)	1회/5-7년	접근관찰, 필요에 따라 두드림 또는 간단한 계측
토공부	범면, 토공부 배수시설, 터널, 박스	1회/1-2년 1회/5-7년	
개별점검	포장 표지 구조물 침하	1회/1-2년 1회/5-7년 1회/5-7년 특수부 1회/2년	계측차로 측정 접근관찰 수준측정

표 2. 정기점검의 판정 표준

판정등급	상 황
④	손상이 심하여 도로구조물의 기능저하를 초래하고 교통안전 확보상 지장을 가져올 염려가 있으며 긴급보수할 필요가 있는 경우
A	손상이 현저하고 보수할 필요가 있는 경우
B	손상이 있고 필요에 따라 보수해야 할 경우
C	손상이 경미한 경우
OK	손상이 없는 경우

2.3 점검작업의 흐름도

수여부를 판정하는 것이다.

그림 1은 일반적인 점검의 흐름을 나타낸 것으로 외적인 이상상태나 중대한 손상이 생긴 경우의 임시점검은 여기에 포함되지 않는다.

① 판정 1은, 주로 점검원이 하는 것으로 일상점검, 정기점검 결과로부터 긴급성(요보수)의 유무를 분류한다.

② 확인 1은, 긴급의 경우 손상상황, 도로이용자나 제3자에 대한 안전확보를 위한 교통대책 및 현장상황을 확인하는 것으로 주로 해당사업소의 현장감독원이 확인작업을 한다.

③ 확인 2는, 비긴급의 경우 점검내용이나 결과(보고서) 등을 확인하는 것으로 해당감독원 등이 한다.

④ 판정 2는, 감독원 등이 임시점검 여부를 판정하는 것이다.

⑤ 판정 3은, 감독원 등이 긴급을 포함한 보

3. 교량 상판의 점검

3.1 적용

상판은 직접 운하중을 받는 구조부재로서, 가혹한 하중을 받으며, 손상이 발생하면 그 손상이

- (1) 본점검은 강형교의 RC상판 및 PC보의 합성상판의 점검에 적용하고 다른 형식의 교량상판에 대해서도 이에 준한다.
- (2) 상판의 정기점검은 다음과 같이 한다.
 - ㉠ 상판점검(Ⅱ) : 전 패널을 대상으로 상판에 접근하여 관찰 또는 두드림으로써 점검한다.
 - ㉡ 상판점검(Ⅰ) : 상판점검(Ⅱ)의 점검 결과 B 이상(보수한 상판부는 제외)을 대상으로 하여 접근점검을 행한다. 이 점검은 상판점검(Ⅱ)의 중간년에 1회 행한다.

안전기술 1

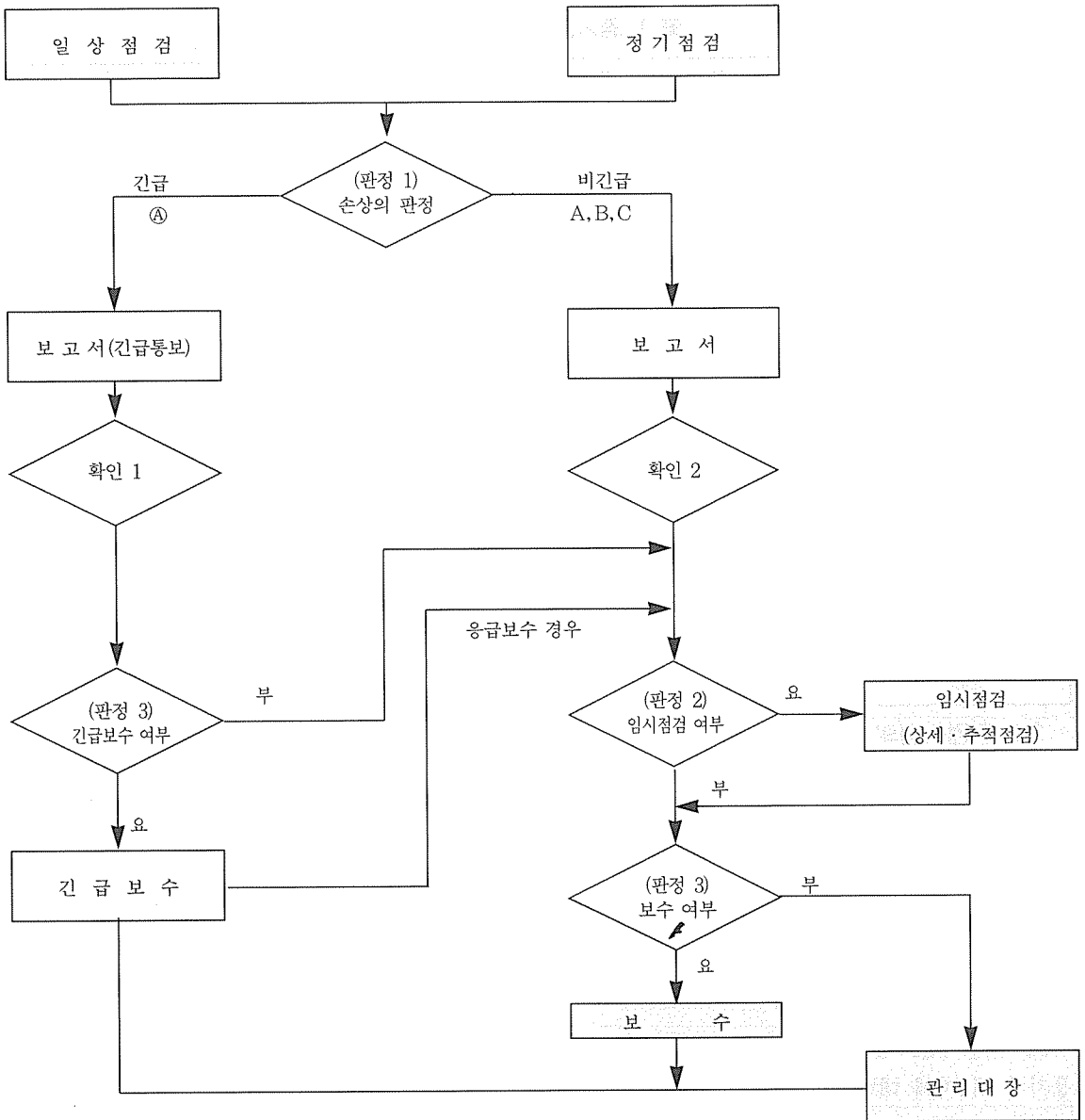


그림 1. 점검작업의 흐름도

새로운 손상을 일으키는 원인이 된다. 때로는 콘크리트가 탈락하는 현상도 생긴다. 이처럼 상판이 손상되면 노면(포장)의 손상도 가져와 교통에도 위험을 초래한다. 따라서 과도하게 손상이 진행되지 않은 시점에서 적절한 대책을 강구하도록 하는 것이 무엇보다 중요하다. 상판의 손상은

하중조건, 구조조건에 따라 비교적 단시간에 진행되는 경우가 있으므로 평상시 그 손상상황을 확인 파악할 수 있도록 자료를 축적하는 것도 상판점검의 중요한 목적의 하나이다.

여기서 상판점검(II)는 상부용 점검시, 상판점검(I)은 하부공 점검시에 행한다.

3.2 점검방법

점검은 적어도 0.1mm 정도의 균열을 관찰할 수 있을 정도로 접근하는 것을 원칙으로 한다.
또 균열폭은 0.1mm 이상의 것을 조사한다.

(1) 상판점검(II)

상판에 접근하여 관찰 또는 두드림으로 전패널에 대하여 행하며 다음과 같이 점검한다.

- ㉠ 균열부를 따라 걸으면서 사진 촬영
- ㉡ 균열 게이지 등을 써서 균열폭 측정
- ㉢ 두드림에 의한 콘크리트 손상상태 조사

(2) 상판점검(I)

㉠ 먼저 당해상판의 보고서를 조사하고, 접근관찰로 균열폭, 균열상태 등을 조사

- ㉡ 균열을 따라 걸으면서 사진 촬영
- ㉢ 균열게이지로 균열폭 측정
- ㉣ 두드림에 의한 콘크리트 손상상태 조사

1. 점검항목

(1) 미보수 상판

㉠ 균열

- i) 귀갑상 균열 또는 선상 균열
- ii) 균열방향(1방향 또는 2방향성)
- iii) 균열의 연속성
- iv) 균열의 집중성
- v) 차량 통행시에 일어나는 균열의 거동(균열의 벌어짐, 어긋남)

㉡ 박리 ㉢ 철근노출, 부식 ㉣ 백태 ㉤ 누수

㉥ 유리석회 ㉦ 공동 ㉧ 기타 손상

(2) 보수상판

㉠ 불량음

㉡ 누수 및 유리석회

㉢ 강판의 부식

㉣ 강판 변형

㉤ 기타 손상

2. 판정

판정기준은 표3 및 표4와 같다.

3.3 점검항목과 판정기준

표 3 상판의 판정기준

판정등급		A	B	C
균열	2방향성 균열	① 균열폭 0.1mm 이상으로 간격 40cm 이하임 ② 균열폭 0.2mm 이상으로 집중적 또는 귀갑상 균열이 있음	① 균열폭 0.1mm 이상으로 간격 40-60cm의 균열 ② 균열폭 0.1-0.2mm로 집중적 또는 귀갑상 균열이 있음	균열폭 0.1mm 이상으로 간격 60cm 이상 균열 있음
	1방향성 균열	① 균열폭 0.2mm 이상으로 간격 50cm 이하 균열있음 ② 균열폭 0.2mm 이상의 집중적 균열이 있음	① 균열폭 0.2mm 이상으로 간격 50cm-1m 균열있음 ② 균열폭 0.1-0.2mm 정도의 집중적 균열이 있음	균열폭 0.1-0.2mm 정도 간격 1m 이하 균열 있음
박 리	0.3m ² 이상	0.3-0.1m ²	0.1m ² 이하	
철근노출 및 부식	길이 50cm 이상의 주철근 노출 및 부식	길이 30-50cm의 주철근 노출 및 부식	길이 30cm 이하의 주철근 노출	
누수 및 유리석회 백태	0.3m ² 이상의 누수, 유리석회, 백태현상	0.3m ² 이하의 누수, 유리석회, 백태현상	누수, 유리석회가 조금 있음	
공 동	0.2m ² 이상의 불량음, 콘크리트의 낙하 염려	0.2m ² 이하의 불량음	불량음이 조금 있음	
기타 손상	① 가로보의 끝부분의 솟음 ② 상판유간의 불량			

표 4 보수상판부의 판정기준

판정등급 점검항목	A	B	C
불량음	두드림점검의 강판 1매의 1/3 이상의 넓은 범위의 불량음	강판 1매의 1/3 이하의 범위의 불량음	
누수 및 유리석회	강구조물 등에 A급의 부식을 생기게 함	누수 또는 유리석회가 현저히 있음, 강구조물 등에 B급의 부식 생성	누수 또는 유리석회가 보임
백태 및 부식	강판에 0.2m ² 이상의 부식이 있음	강판에 0.2m ² 이하의 부식이 있음	강판에 부식이 조금 있음
강판의 변형	강판이 현저하게 변형되거나 어긋남	강판 일부에 변형이 있음	

상판에 발생하는 균열 가운데 교축방향으로 일어나는 주형 부근의 선상균열은 구조적으로 전단현상에 의해 발생하는데, 상판의 구조상 아주 위험한 것이므로 충분히 주의해서 점검을 해야 한다. 균열의 거동은 상판 하면에 접근하여 차량통과시 균열의 어긋남, 균열의 벌어짐 등을 관찰하는 것이다. 또 상판의 건전도를 정량적으로 판단하는 유용한 지표로서는 상판의 강성 저하, 즉 처짐량으로 하는데 이것은 균열의 분포상태(밀도)와 관계된다.

판정기준치로서는 상판의 강성 저하 및 균열의 진행에 따라 균열밀도가 5m/m²에 달하고 균열간격이 40cm 이하이면 A급으로 정의한다.

상판의 함몰로 철근과 콘크리트의 부착 결합이 파괴되고 귀갑상의 균열이 생겨 콘크리트가 떨어져 나오는 현상이 있을 때로 정의한다.

보수한 상판의 정기점검에 대해서는 볼트 주위의 불량음, 현치부의 누수 및 이음부의 거동에 대하여 충분한 점검을 실시할 필요가 있다.

3.4 임시점검

상판의 임시점검은 구조의 변화, 손상원인의 규명, 보수 여부 및 보수공법 결정, 이상

사태의 대처 등을 목적으로 아래와 같이 분류한다.

- (1) 임시점검 : 현지확인, 손상범위, 손상내용 등 점검
- (2) 상세점검 : 구조상의 상세한 부분 점검
- (3) 추적점검 : 일정기간 정기적으로 상판 구조의 변화를 추적하여 점검

상판의 임시점검은 여러가지 목적에 따라 임시로 실시하는 점검으로서 점검항목, 점검방법, 점검내용, 판정기준 등은 적의하게 결정하여야 한다.

현재 상판의 추적점검으로서 미보수 상판과 강판접착공법, 가로보 증설공법, 그외 병용공법을 사용한 보수상판의 내구성, 보강효과를 조사하기 위하여 실교에서 재하시험을 실시하여 점검한다. 조사항목은 다음과 같다.

1) 균열현황 조사

눈으로 관찰할 수 있는 균열을 모두 조사하여 균열상황과 균열밀도를 집계한다.

2) 균열폭 변화 조사

콘택트 게이지로 균열폭의 변화를 측정한다.

3) 초음파 전파속도 측정

상판 콘크리트 중의 펄스 전파속도의 변화로 콘크리트 품질의 변화를 조사한다.

4) 슈미트 함마시험

균열이 없는 부분에서 슈미트 함마로 콘크리트 압축강도 조사

5) 재하시험

재하시험으로 상판의 처짐 및 응력도를 계속한다. 상판의 처짐은 다이얼 게이지, 응력도는 스트레인 게이지를 써서 측정하고 하중은 트럭 하중을 그림 2와 같이 재하시킨다. 또 그림 3은 상판의 처짐을 측정하는 방법을 나타낸 것이다.

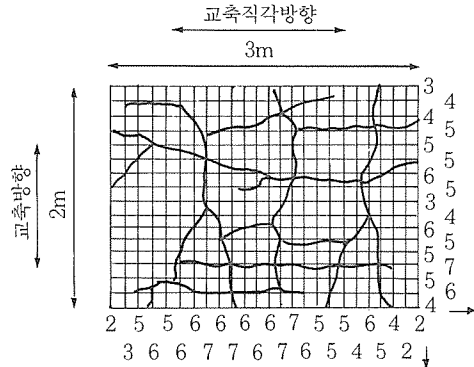
6) 균열 밀도

균열밀도 측정은 측정법과 격자밀도법이 있다. 격자밀도법이란 균열도에 교축방향과 교축

직각방향으로 12.5cm 간격으로 격자선을 긋고, 균열이 격자와 만나는 교점수($N_A \cdot N_B$)를 격자선의 총연장으로 나눈 값으로 나타낸 것인데 교축방향의 균열밀도($N_A/\Sigma L$)와 교축직각방향의 균열밀도($N_B/\Sigma L$)를 구하는 방법이다(그림 4참조). 균열밀도로부터는 표 5와 같이 손상정도를 판정한다.

표 5 균열밀도에 의한 판정기준

판정등급	A	B	C
균열밀도(m/m ²)	5.0 이상	3.0-5.0	3.0 미만



N_A : 교축직각방향 균열교점수 N_B : 교축방향 균열교점수
 $\Sigma N_A=129$ $\Sigma N_B=82$
 $\Sigma L_A=2m \times 25=50m$ $\Sigma L_B=3m \times 17=51m$
 $A=129/50=2.58m/m^2$ $B=82/51=1.61m/m^2$

그림 4 균열밀도 측정에(격자밀도법)

[계산 예]

① 전체 균열밀도
 $=A+B=2.58+1.61=4.19m/m^2$

② $\frac{\text{교축직각방향균열}}{\text{교축방향균열}}=A/B$
 $=2.58/1.61=1.60$

③ 평균균열간격(cm) = $\frac{1}{\text{전체균열밀도}(m/m^2)/2}$
 $\times 100 = \frac{100}{4.19/2} = 48cm$

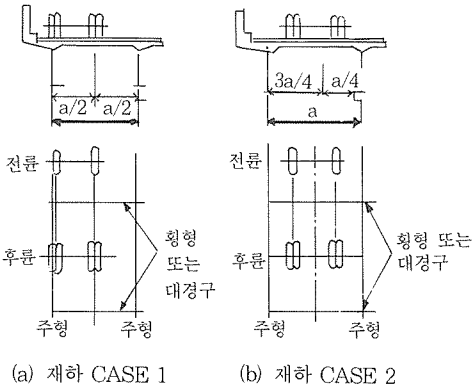


그림 2 재하위치도

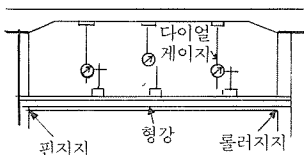


그림 3 처짐 측정도