

교량의 안전점검 및 Database화

A Study on Inspection Procedures and Databank System of Bridges

洪碩熹*

都英泰**

金振壽***

金銀謙****

Seok Hee Hong

Young Tae Do

Jin Soo Kim

Eun Kyum Kim

ABSTRACT

In recent years, the most common bridges are showed a decrease of durability in quick times of 10~20 years after construction. Therefore, the project of maintenance and management is located a important subject more and more. The maintenance-management of bridges begin from inspection of bridge and this accupy more important part with repairing-reinforcing method.

In a point of view like this, the purpose of this paper is to propose the most rational and useful method for the maintenance-management of bridges with comparing and examming inspection kind, inspection frequency and judge standard etc. that manage the each organization of Korea and Japan. Also in the bases of this result, hereafter, it will propose the standard idea for the organization etc. of databank of the bridges

1. 서 론

우리나라는 1970년대로부터 경제개발계획의 수립 등에 의한 경제부흥과 고도경제성장의 시대를 통하여 막대한 양의 교량이 건설되어 사회자본의 골격을 형성해 왔다. 일반적으로 교량은 충분한 유지관리가 이루어진다는 것을 전제로 설계 및 시공이 실시된다. 그러나, 여러가지 제약으로 이에 대한 유지관리가 원만하게 이루어지고 있지 않은 경우가 많다. 즉 교량은 한번 건설되면 장기적으로 사용되기 때문에 하중의 크기나 빈도가 증대되며, 부가되는 구조물에 의한 하중의 증가를 비롯하여, 사회적 여건의 변화 등에 의한 요구 등을 지적할 수 있다.

1994년말 현재 우리나라의 교량 총수는 13,628箇所(총 연장 762,518.5 m)이며, 그 가운데 30년 이상 경과한 교량이 317箇所로서

2.3%를 차지하고 있고, 17년 이상 경과한 교량은 4,989箇所로서 36.6%를 차지하고 있다. 우리나라도 미국이나 일본 등의 선진국의 경우와 같이 공용 20년을 초과하는 교량이 증가되고 있는 추세에 있으며, 또한 이들 교량의 상당수가 노후화되어 있는 실정에 있다.

그러나 이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 교량에 대한 합리적인 유지관리방법을 정하여, 그에 따라 교량의 기능을 향상시켜 나가는 것이 필요하다. 그러기 위해서는 기존 교량에 대한 현상을 충분히 파악하여, 건전성의 정도를 정확하게 평가해 두는 것이 매우 중요하다.

교량의 유지관리는 교량점검으로부터 시작되며, 점검결과에 대한 자료를 기록, 보존, 정리하는 것은 매우 중요한 일이다. 따라서 이들의 업무를 효율적으로 실시하기 위해서는 적절한 교량관리시스템(Bridge Management System), 즉 BMS의 개발이 필요하다. 지금까지의 BMS로서는 미국의 PONTIS와 일본의 건설성토목연구소에서 개발한 방법 등이 대표

* (주) 범양건설 엔지니어링사업본부 이사

** 서울시 도시시설안전관리본부 주임

*** 서울시 도시시설안전관리본부 과장

**** 서울산업대학교 토목공학과 교수

적이라 할 수 있다.

본 논문에서는 한국과 일본의 각 기관에서 실시하고 있는 콘크리트교량의 점검방법 및 판단기준 등을 비교·검토하여 우리나라 실정에 적합한 교량점검방법 및 판단기준 등을 제안하는 데 목적을 둔다. 또한 이들 결과를 바탕으로 향후 교량의 유지관리에 필요한 BMS의 개발을 위해 DATABANK의 작성방법에 대한 표준안을 제시하고자 한다.

2. 점검의 종류 및 방법

2.1 점검의 종류

교량점검의 종류는 일상점검, 정기점검, 이상시점검, 추적조사, 상세조사 등 다섯가지로 분류되고 있다. 그러나, 주로 교량의 점검이라 하면 일상점검과 정기점검을 말한다. 일상점검은 주체기관에 따라 통상점검으로 표기하며, 이상시 점검은 긴급점검, 비상시점검 혹은 임시점검 등으로 표기하고 있다.

2.2 점검의 빈도와 방법

한국과 일본의 공공기관에서 실시되고 있는 교량의 점검 방법 및 빈도에 대하여 고찰해 보기로 한다.

日常點檢의 주된 내용은 한국 일본을 막론하고 차량에 의한 巡廻를 원칙으로 하고 있으며, 경우에 따라서는 도보에 의한 점검이 추가되어 있다. 點檢頻度는 거의 대부분의 기관이 1日 1회로 정하고 있으며, 建設交通部는 1년에 4회로 정하고 있다.

定期點檢은 모든 기관에서 근접 육안에 의해 세부 점검을 원칙으로 하고 있으며, 경우에 따라서는 보트 등을 이용하도록 하고 있다. 점검 빈도는 1년에 1회로 규정하고 있는 기관이 대부분이다. 建設省土木研究所는 원거리의 경우 2년에 1회, 근접인 경우에는 10년에 1회로 하고 있다.

이상시 점검의 경우는 어느 기관에서나 그의 목적이 동일하며, 또한 빈도에 대하여도 필요에 따라 실시함을 원칙으로 하고 있다.

3. Databank화를 위한 손상도 판정

3.1 손상의 종류

교량점검은 부재별로 실시하기 때문에 각

부재에서 점검해야할 항목 즉, 손상의 종류를 고려하여 선정해야 한다. 한국과 일본에서 실시하고 있는 일상점검 및 정기점검 등에서 고려되고 있는 점검항목을 종합적으로 요약하면 표1과 같다. 이 표로부터 점검항목은 모두 37항목이다. 이 가운데 '(23)기타'의 항목은 나머지 36개 손상항목 중 어느 곳에도 해당되지 않는 손상을 다루기 위해 둔 것이다.

또한, 나타내고 있는 점검대상부재 및 부재별 점검항목 가운데 상부공에 대하여는 플레이트기둥교, RC 및 PC T형교, RC 및 PC 슬래브교 등을 대상으로 정한 것이다. 그 밖의 교량에 대하여는 점검해야할 손상항목을 검토한 뒤 실시할 필요가 있다.

3.2 손상도 판정구분

손상도의 판정구분이란, 손상의 정도에 의한 점검결과의 판정구분을 나타낸 것이다. 이들 구분은 나라마다 부처마다 다소 다르지만 일반적으로는 손상도를 크게 4가지 혹은 5가지로 구분하여 교량의 손상상태를 판단하고 있다. 표2는 각 기관의 손상도 판정표준을 나타낸 것이다.

3.3 손상도 판정

손상도 판정은 각 부재마다 손상의 종류나 상태, 부재의 중요도, 손상의 진행상황 등을 종합적으로 판단하여 실시하는 것이다. 손상도의 판정은 가능한 한 점검자가 객관적이고도 쉽게 손상도를 판정할 수 있도록 해야한다. 그러므로 교량의 내하력에 영향을 준다고 생각되는 (1)손상위치 혹은 패턴, (2)손상깊이, (3)손상범위 등 3가지 요인에 대하여 각각 손상이 어느 정도인 가를 大, 中, 小로 판정하면 그 결과에 따라 표2의 기준에 의해 손상 Rank가 결정되도록 하는 것이 합리적인 방법이라고 생각된다.

이에 대한 판정 예를 표3에 나타내었다.

4. Databank화를 위한 점검결과의 기록

일본 건설성토목연구소에서는 교량관리의 통일을 기하기 위하여 교량점검요령 및 교량 Databank의 정비를 위한 가이드라인을 작성

하였다.

교량의 정기점검결과는 다음과 같은 9가지로 구성되는 점검보고서 및 도로관리 Database에 기록하는 것을 표준으로 하고 있다. 이들에 대한 작업순서는 그림 1과 같다.

점검자는 도로관리 Database로부터 대상교량의 교량대장, 前回の 점검기록 1)~9)를 출력하여 사전에 점검대상교량의 개요나 점검포인트를 파악하여 이것을 참고로 점검을 실시한다. 점검이 끝나면, 그 결과를 3), 6), 8)에 정리함과 동시에 부재 번호도를 참조하면서 부재별로 10) 점검 결과표를 작성하여 도로관리 Database에 입력한다.

도로 관리 Database로부터 (2) 교량 점검 결과 총괄표, (4) 경간별 점검 결과, (9)손상종류별 판정결과 일람표를 출력하여 사전에 출력한 (1) 교량대장, (5)경간별 일반도, (7)부재번호도 및 작성이 끝난 (3) 손상개요, (6) 손상도, (8) 손상 사진 대장과 일체화시켜 보고서를 정리한다. 또한, (3) 손상개요, (6)손상도,

(8)손상 사진대장에 대하여는 도로 관리 Database의 光디스크에 보존한다. 단, 제1회째의 점검시 및 교량의 구조에 변경이 있었을 때에는 일반도, 경간별 일반도, 부재 번호도를 작성하여 光디스크에 입력할 필요가 있다.

한편, 도로 관리 Database가 입력되어 있지 않은 경우는 원칙적으로 앞에서 말한 보고서 가운데 (1)~(6), (8)은 종합하여 보고서를 작성해서 보존한다. 단, 점검결과의 유효 이용을 도모한다는 관점으로부터 장래의 도로관리 Database의 도입을 포함하여 (7) 부재번호도를 작성하고 (10) 점검 결과 입력표도 동시에 작성한다.

이상에서 설명한 내용은 교량점검 결과를 Databank화하여 교량의 유지관리 등의 업무에 효율적으로 이용하기 위한 하나의 모형을 나타낸 것이다. 이것은 향후, 우리나라에 BMS체제를 도입하는 데 있어서 하나의 유용한 자료가 될 것으로 기대한다.

표 1. 손상의 종류

재 료	번 호	손상의 종류	재 료	번 호	손상의 종류
강	(1)	부식	기타	(18)	유간이상
	(2)	균열		(19)	단차 및 콜게이션
	(3)	느슨함		(20)	포트홀
	(4)	탈락		(21)	포장 균열
	(5)	과단		(22)	바퀴자국 패임
	(6)	도장 열화		(23)	기타
콘크리트	(7)	균열	공동	(24)	변색 및 열화
	(8)	박리 및 철근노출		(25)	누수 및 체수
	(9)	백화현상		(26)	이상음
	(10)	곰보 및 공동		(27)	이상 진동
	(11)	마모 및 침식		(28)	이상 처짐
	(12)	탈락		(29)	변형
	(13)	강관 접착부의 손상		(30)	토사 막힘
	(14)	상관 균열		(31)	침하
	(15)	PC강재 및 쉬스 노출		(32)	이동
	(16)	PC정착장치 노출		(33)	경사
	(17)	가로보 접착부 손상 및 불량		(34)	세굴
		(35)	결손		
		(36)	기초선단 노출		
		(37)	물받이 파손 및 미설치		

표 2. 한국과 일본의 각 기관별 손상도 구분 표준

Level	건실교공부		서울시		인본건설정보목인구조		인본産産지방		일본수도고속도로공단	
	등급	내용	등급	내용	등급	내용	등급	내용	등급	내용
I	AA	손상이 심각하여, 교공의 안전 확보, 또는 제3자에 대하여 지장을 주거나 그럴 위험이 있어 긴급보수가 필요한 경우	E	발생된 손상이 아주 심각하여 먼저 통행제한과 응급치치를 한 후 바로 보수해야 하는 상태	I	손상이 현저하며, 교공의 안전 확보에 지장을 줄 염려가 있다.	IV	RankⅢ의 합계가 70%이상, 또는 RankⅣ의 합계가 30%이상	AA	구조물의 안전도가 심하게 손상되어 도로기능의 저하를 초래하여 안전현 교통확보에 지장을 줄 염려가 있거나 제3자에 대한 영향이 커지는 경우, 긴급 보수의 필요가 있는 경우
II	A	손상이 크고, 보수 여부를 검토해야 할 경우	D	발생된 손상이 심각하지는 않지만, 별도의 응급조치를 할 필요는 없고, 속히 보수해야 하는 상태	II	손상이 크며, 상세조사를 실시하여 보수여부에 대한 검토를 실시할 필요가 있다.	III	RankⅢ의 합계가 50~70%, 또는 RankⅣ의 합계가 30% 미만	A	손상정도가 심명히 크며 방지해 두면 조기에 파손이나 제3자에 대한 영향이 생길 가능성이 높을 경우, 조속하게 보수의 필요가 있는 경우
III	B	손상이 작지만, 보수 여부를 검토해야 할 필요가 있다.	C	발생된 손상이 교공의 구조물에 심각한 지장을 주지는 않지만, 빠른 시일내에 보수를 해야 하는 상태	III	손상이 인정되며, 추적조사를 실시할 필요가 있다.	II	RankⅢ이상의 손상이 없음, RankⅡ의 합계가 50~70%, 또는 RankⅢ의 합계가 50% 미만	B	손상이 발견되지만 사용하지 않는 경우, 그러나 가까운 장래 손상이 초래되어 교통이나 제3자에게 지장을 줄 가능성이 있는 경우, 보수를 실시할 필요가 있는 경우
IV	C	손상이 확인되어 그 정도를 기록할 필요가 있다.	B	발생된 손상이 심각하지는 않으나, 상세하게 추적조사 후 보수를 해야 하는 상태	IV	손상이 인정되며, 그 정도를 기록할 필요가 있다.	I	RankⅡ이상의 손상이 없음, RankⅠ의 합계가 50~70%, 또는 RankⅡ의 합계가 50% 미만	C	손상이 발견되지만, 구조물 본체 및 교공이나 제3자에 대한 영향이 매우 작은 경우
V	OK	점검 결과로부터는 손상을 찾을 수 없다.	A	발생된 손상이 경미하여 당장 보수를 요하지는 않으나, 추적조사 후 보수 여부를 결정해야 하는 상태	OK	점검결과 손상은 인정되지 않는다.	OK	RankⅠ이상의 손상이 없음, RankⅠ의 합계가 50% 미만	O/Q	손상이 없는 경우, 손상이 발견되지만 그 정도를 명확하게 판정할 수 없는 경우, 또는 전문 기술자 등에 의해 별도의 방법으로 점검의 필요가 있는 경우.

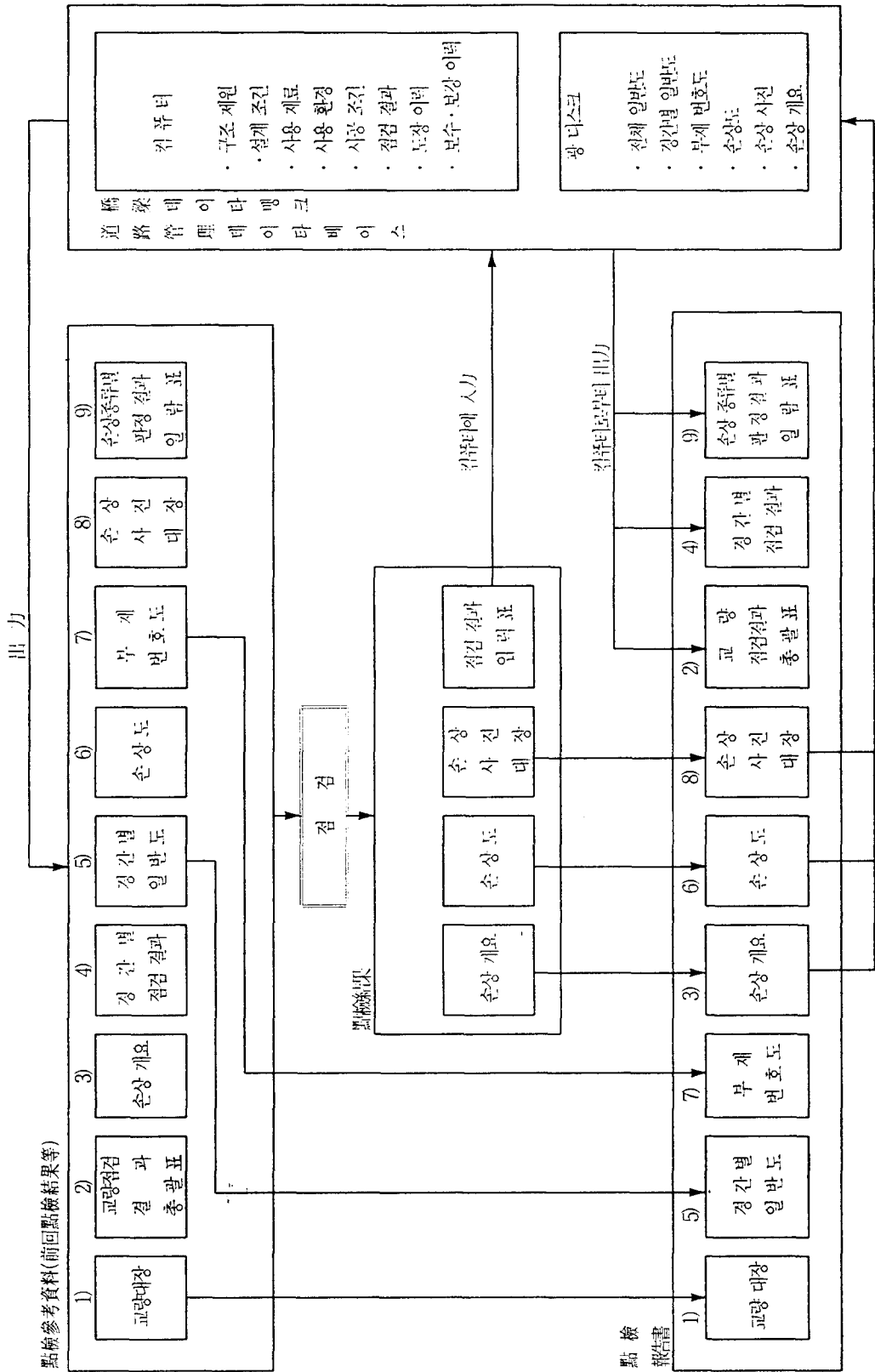
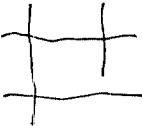
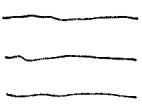


그림 1. 점검결과와 기록 및 보고서 작성순서 (정기점검)

표 3. 상판 슬래브의 손상도 판정기준

		손상이 내하력 및 내구성에 미치는 영향		
		大	中	小
위치 혹은 패턴 (X)	구분	2방향 균열	-	1방향 균열
	구체적 사례		-	
깊이 (Y)	구분	녹물을 수반한 균열, 또는 균열폭 大	녹물을 수반한 균열, 또는 균열폭 中	균열만 발생한 상태이며, 균열폭 小
	구체적 사례	균열에 따라서 철근의 녹물이 보임. 또는 폭 0.3mm 이상	균열에 따라서 누수나 백화현상 발생. 또는 폭 0.3mm 미만, 0.2mm 이상.	균열만 발생. 또는 폭 0.2mm 미만.
범위 (Z)	구분	균열 최소간격 小	-	균열 최소간격 大
	구체적 사례	최소 간격 50cm 미만	-	최소 간격 50cm 이상

판 정 구 분

X	Y	Z	전부재	X	Y	Z	전부재
大	大	大	Ⅱ	小	大	大	Ⅲ
		小	Ⅱ			小	Ⅲ
	中	大	Ⅱ		中	大	Ⅲ
		小	Ⅲ			小	Ⅳ
	小	大	Ⅲ		小	大	Ⅳ
		小	Ⅳ			小	Ⅳ

< 참고 문헌 >

1. 建設部, 일선 실무자를 위한 교량유지 보수 요령
2. 서울특별시, 서울특별시 도로시설물 유지관리 지침 및 규정(Ⅰ), 1992.
3. 建設交通部, 시설물 안전관리에 관한 특별법 시행령(안), 1995.
4. 日本首都高速公團, 콘크리트 橋의 點檢要領
5. 日本建設省土木研究所, 土木研究所資料 第 2651號 橋梁點檢要領(案), 1988. 7.
6. 日本首都高速公團, 土木構造物點檢要領, 1982. 3.
7. 都英泰, 콘크리트 교량의 손상요인별 Databank화에 관한 연구, 서울산업대학교 석사학위논문, 1995. 8.