

한국도로공사 구조물 점검 과학화 소개

The Introduction of High-Tech Inspection Technologies for the Expressway Structures



김 유 식¹⁾

Kim, Yu Sik



이 춘 혁²⁾

Lee, Choon Hyuk



박 현 섭³⁾

Park, Hyeon Seob



허 재 훈^{4)*}

Hur, Jae Hoon



구 상 용⁵⁾

Goo, Sang Yong

1. 서 론

최근 건설되고 있는 교량, 터널은 장대화 및 고교각화되고 있다. 고속도로의 경우 2000년대 초반까지 남북 7개축 가운데 6개축을 건설 완료하였고 동서축 가운데에서도 지형이 험준한 북동부지역을 제외하고는 대부분 건설이 완료된 상태이다. 현재 건설되거나 향후 건설될 고속도로 노선은 대부분 산세가 험한 지역을 통과하기 때문에 장대화 및 고교각화가 필수적으로 이루어질 수밖에 없다.

뿐만 아니라 수도권외의 경우 일 교통량이 25만 대를 육박하고 있는데 이와 같이 교통량이 많은 지역에서 교통을 차단하여 교량 바닥판이나 터

널 라이닝을 점검할 경우에는 교통 지정체로 인한 사회적 비용이 너무 많이 소요될 것으로 예상되며, 유지보수가 필요한 구조물 수량은 계속해서 증가하고 있으나 점검인력의 증원은 어려운 사회적 현실을 고려할 때 교통차단 없는 점검 그리고 점검시간을 최대한 줄일 수 있는 점검방법의 개발이 필수 불가결하게 되었다.

한국도로공사에서는 위에서 언급한 현장의 애로사항들을 해소하기 위하여 2004년부터 “구조물점검 과학화”를 모토로 3단계 추진방안을 수립하여 추진하고 있으며 현재까지 괄목할만한 성과를 이루어 이를 바탕으로 도로 유지관리 전문기관으로 우뚝 서고 있다.

본 고에서는 구조물 점검 과학화 추진 실적 주로 한국도로공사 구조물 점검에 대해서 소개하고자 한다.

1) 한국도로공사 구조물처장
2) 한국도로공사 구조물안전팀장
3) 한국도로공사 구조물관리팀장
4) 한국도로공사 구조물기술차장
5) 한국도로공사 구조물점검차장
* E-mail : hjh1013@ex.co.kr

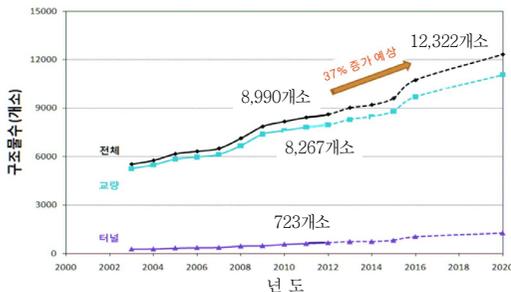
2. 한국도로공사의 구조물 관리

2.1 구조물 관리 조직

한국도로공사의 구조물 점검·진단기구는 1995.8.10 도로차 안전대책팀으로 발족되어 몇차례의 조직 개편과 조직 확장을 거친후 2002.11.6 구조물 처로 승격되어 지금에 이르고 있으며, 각 지역별 구조물을 관리하는 본부(7개)와 지사(51개)를 두고 200여명의 기술자가 일하고 있다. 1996.8.22 안전진단 전문기관으로 지정되어 자체정밀안전진단 및 정밀점검을 직접 수행하고 있다.

2.2 고속도로 구조물 현황 및 추이

2013년 현재 기준으로 한국도로공사에서 관리하고 있는 고속도로 연장은 3,762km이며 그 중 교량이 8,267개소 터널은 723개소이다. 고속도로 건설은 지금도 계속되고 있으므로 관리해야할 구조물 숫자도 지속적으로 늘어나 2020년에는 37% 증가한 12,322개소가 될 것으로 예상되며, 구조물의 노후화도 점점 가속화되어 2013년 현재 30년이상되는 구조물수가 148개소에서 2020년에는 4배 증가한 572개소가 될 것으로 예측된다.



3. 한국도로공사 구조물 점검 과학화 추진 현황

3.1 구조물 점검 과학화 개요

한국도로공사에서는 2004년 2월 구조물수 증가, 구조물의 노후화, 산업기술 발달에 따른 차량의 대형화로 교량 피로 축적이 가중되는 주변 환경을 고려하여 인원 위주의 점검에서 기계화 위주의 점검방법으로 전환하기 위하여 구조물 점검 기법의 과학화를 추진하였다. 초기에는 구조물처 점검부장을 팀장으로하는 Task Force 팀을 구성하여 점검 과학화 업무의 기틀을 마련하고 과학화 기법을 개발하여 실무에 확대 적용하여왔으며 현재는 정착단계에 있다.



3.2 점검과학화 추진 현황

한국도로공사 구조물의 유지관리 과학화 점검 장비중 실무에 활용하고 있는 장비는 9종, 추가개발중인 장비는 2종, 성능개선을 위하여 보완중인 장비는 4종으로서 총 15종의 과학화 장비를 개발

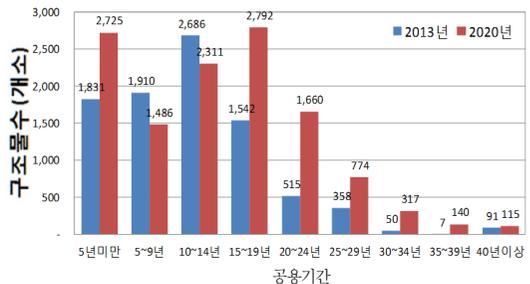


Fig. 1 구조물 증가 추이

또는 실무에 적용하고 있다. 그 중에서도 중요도가 높은 무인교량점검 시스템(U-BIROS, Ubiquitous Bridge Inspection Robot System), 차량탐재형 표면투과 레이더(GPR, Ground Penetrating Radar), 스마트 내하력 평가 및 모바일 점검에 대하여 상세히 기술하고자 한다.

3.2.1 교량 바닥판 무인 점검차(U-BIROS)

(1) 개발 배경 및 목적

과거에 수행하던 구조물 점검작업은 많은 어려움이 있었다. 먼저, 대부분의 점검작업을 육안 조사에 의존하였으므로 접근이 가능한 구간에만 한정적으로 수행되었으며, 점검자의 주관적인 판단이 포함되므로 획득한 결과의 신뢰성이 떨어질 수 있다. 그리고 점검자의 순환보직으로 인하여 인수인계가 미흡할 경우 누적되는 자료의 객관성이 결여될 수 있다. 또한 장비를 사용할 경우 교통차단에 따른 도로 통행자들의 불편과

교통정체로 인한 막대한 사회적 비용을 낭비하는 원인을 제공하게 되는 문제점이 있었던 것이 사실이다

무인교량점검 시스템은 이와 같은 문제점을 해결하고 유지관리 담당자에게 편의를 제공하며, 교량(바닥판) 점검을 보다 효율적이고 합리적으로 수행할 수 있도록 하기 위하여 도입하게 되었다.

(2) 시스템의 구성

전체 시스템은 크게 원격제어 점검부분과 디지털 화상처리 부분으로 이루어져 있으며, 원격제어 점검부분은 원격제어 로봇과 이송장치로 디지털 화상처리부분은 디지털 화상처리 시스템과 자료관리 통합 프로그램으로 구성되어 있다

이 시스템은 Fig. 2와 같이 디지털카메라 및 조명, 초음파 거리측정장치가 장착된 카메라 모듈을 원격제어 로봇에 탑재하여 이송장치에 의해 교량 바닥판 하면의 원하는 위치에 도달할 수



Fig. 2 U-BIROS 전체 시스템의 구성

있도록 한 것이다. 로봇은 붐으로 구성된 이송장치 끝단에 위치하여 소규모의 차량에 탑재된다. 차량 내부의 컨트롤 룸에는 원격제어 로봇과 로봇 이송붐을 조작할 수 있는 제어장치로 구성되어 있으며, 획득한 영상을 저장하고 실시간으로 분석할 수 있는 이미지 프로세싱 프로그램을 갖는다. 작업과정은 작업전 교량의 점검영역을 미리 분할하고 시스템의 작업위치를 결정한 다음 Fig. 3과 같은 과정으로 작업을 수행하게 된다.

(3) 균열 검출 방법

균열검출은 자동검출과 수동검출로 구분하여 각 이미지의 환경에 따라 적용할 수 있도록 하였다. 자동검출은 사용자로부터 결함의 기술기가 변하는 지점(변곡점)을 입력받아 지정된 변곡점의 위치를 이용해 각 점들을 가상의 직선으로 잇고 그 기울기를 계산한 다음 균열의 방향성을 결정하게 된다. 이때 균열의 두께는 검색방향의 최소 명도값, 즉 가장 어두운 색을 가진 화소의 중복개수로부터 정해진다. 검출된 균열은 두께에 따라 다른 색으로 표시되고 균열번호, 길이, 측정날짜 등을 표시함으로써 직관적으로 균열의 상태를 파악하기 쉽게하였다. 수동검출은 자동검출 알고리즘이 정확하게 작동하지 않는 경우 즉, 균열과 주변배경의 명도값이 유사한 경우에 적용한다. 이 방법은 최대한 균열의 형태에 가까운 곡선으로 균열을 표시하는 방법으로 균열의 길이는 비교적 정확하게 표시할 수 있으며 열악

한 환경에서도 검출이 가능하다는 장점이 있으나 두께의 측정이 불가능한 단점이 있다.

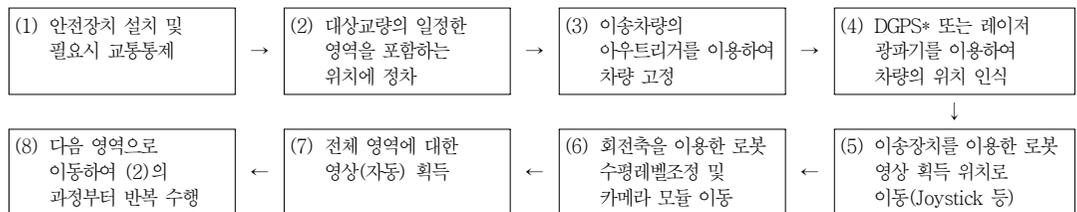
(4) 외관망도 작성 및 데이터 관리

검출된 균열은 균열망도, 균열집계표 등을 통하여 현재 교량상태의 판단 및 관리 작업이 가능하며 현재 섹션의 영상은 엄지손톱 크기의 작은 창(Thumbnail창)을 통하여 이미지를 연결함으로써 교량의 실제 영상상태를 알 수 있다. 균열망도는 이동·확대·축소·출력 기능으로 교량구간의 균열형태를 쉽게 확인할 수 있게 하였으며, 균열집계표는 문서파일로 출력하여 이를 통한 교량의 균열상태 보관 및 관리작업이 가능하도록 하였다.

3.2.2 차량탑재형 표면투과 레이더(GPR)

(1) 개발 배경 및 목적

최근 들어 동절기 강설시에 최상의 고속도로 서비스를 제공하기 위하여 제설 염화물의 사용량이 증가함에 따라 고속도로 구조물의 손상은 구조적인 내하력 부족에 의해서가 아니라 복합 열화로 인한 내구성 측면에서 자주 발생하고 있다. 이러한 이유로, 구조적 안전상의 문제는 물론 교통사고의 위험성이 증대되고 있다. 또한, 콘크리트 교량 바닥판의 조기 열화 손상이 증가하여 효율적인 교량 유지관리를 위하여 차량탑재형 레이더 조사 장비(GPR)를 개발하여 활용하고 있다.



DGPS* : Differential Global Positioning System

Fig. 3 원격제어 시스템의 작업과정

(2) GPR 탐사법의 원리

GPR탐사법의 원리는 전자파를 이용한 반사법 탐사기술로 이론적 기초는 탄성파 탐사에 있다. 전자파는 안테나를 통해 유전물질로 전달되고, 유전물의 성질이 변하는 경계면에서 반사된다. 이렇게 반사된 신호들은 수신안테나로 전달되어 전압으로 환산되고 “레이더 파형(Radar Waveform)” 이라고 불리는 시간-전압의 기록을 생성한다. 이러한 반사파를 수신하여 반사에너지의 크기와 전파시간을 기록하면 반사가 발생한 곳의 위치 및 심도 등 매질 내부의 정보를 얻을 수 있다.

(3) 차량탑재형 GPR 결과 도출

상대유전율은 공기에서의 값을 기준으로 각 매질마다 고유한 값을 가지고 있으며, 이에따라 매질의 경계면에서 발생하는 레이더파의 반사와 투과량이 결정된다. 포장이 있는 콘크리트 바닥판의 경우, 교면 포장으로부터 우수가 유입되게 되면 바닥판 콘크리트의 상대유전율이 상승하게 된다. 따라서 콘크리트의 상대유전율이 크게 나타나는 곳은 방수층이 손상되어 바닥판에 열화 손상이 발생하였을 가능성이 높은 곳이라고 할 수 있다. 기존 연구결과를 근거로 보면, 바닥판 콘크리트의 상대유전율이 12이상일 경우에 열화

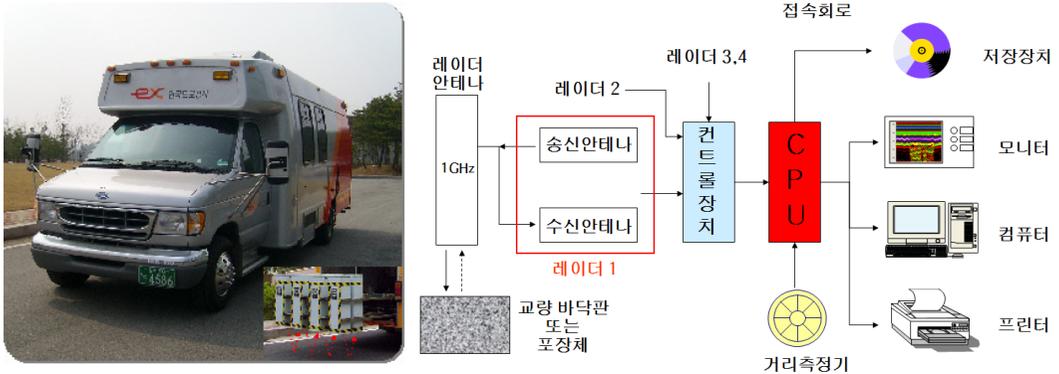


Fig. 4 GPR 장비와 시스템

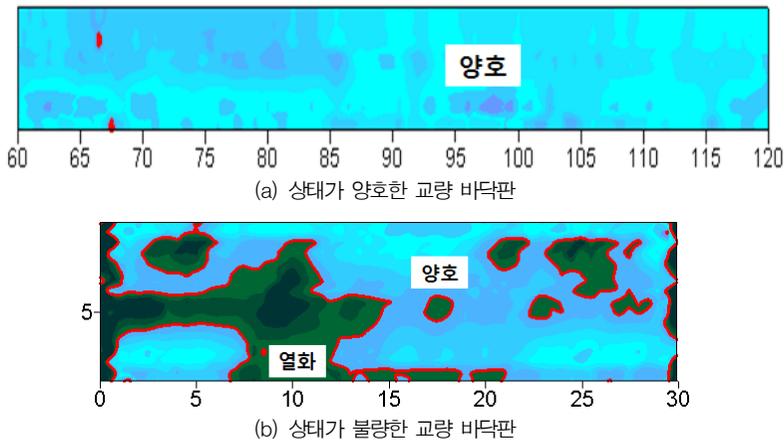


Fig. 5 바닥판 콘크리트 상태에 따른 상대유전율 분포 예

손상 발생 확률이 높은 곳으로 판단할 수 있다. 또한, 아스팔트 포장두께, 상부철근 피복두께, 부식도, 깊이별 염화물 함량 등의 결과를 도출하여 유지보수 작업 계획수립에 활용하고 있다.

3.2.3 스마트 내하력 평가 시스템

(1) 개발 배경 및 목적

현재 국내에서는 교량이 안전하게 통과시킬 수 있는 차량하중의 크기를 나타내는 내하력이 교량 건전도를 정량적으로 평가하는 기준으로 가장 많이 사용되고 있다. 내하력은 일정한 중량의 재하트럭을 이용한 재하시험을 통하여 평가되고 있으나, 재하시험은 시험비용이 비싸고, 처짐계, 변형률계 등 계측기의 설치가 어려우며, 일정시간 동안 통행하는 차량을 차단해야 하는 큰 단점을 가지고 있다. 이를 보완하기 위하여, 한국도로공사에서는 일반 교통하중 하에서의 상

시진동을 계측하고 내하력을 산정하는 스마트 내하력 평가 기법을 개발하였으며, 이를 실제 다양한 형식의 교량들에 대하여 재하시험과 상시진동시험을 실시하여 그 결과를 비교함으로써 스마트 내하력 평가 기법의 성능을 검증하였다.

(2) 스마트 내하력 평가 방법을 이용한 공용 내하력 평가 절차

① 계획수립 및 구조해석

- 설계도면을 근거로 기본 구조해석모델 작성
- 구조해석 수행하여 기본내하력, 처짐량 산정
- 계측기 설치 개수, 위치 결정(통상 경간당 6개소 설치)

② 계측기 설치(가속도계)

- 교량 내부 : 박스형교량(PSCB, STB)
- 교량 상부 또는 하부 : 슬라브교(RCS), 판형교(PSCI, SPG 등)

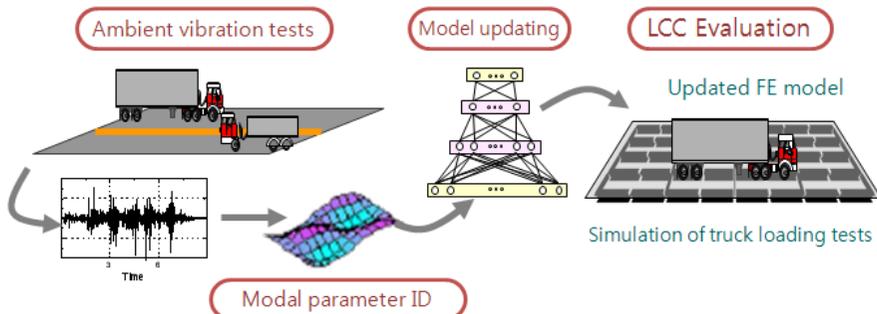


Fig. 6 스마트 내하력 평가 기법의 개요

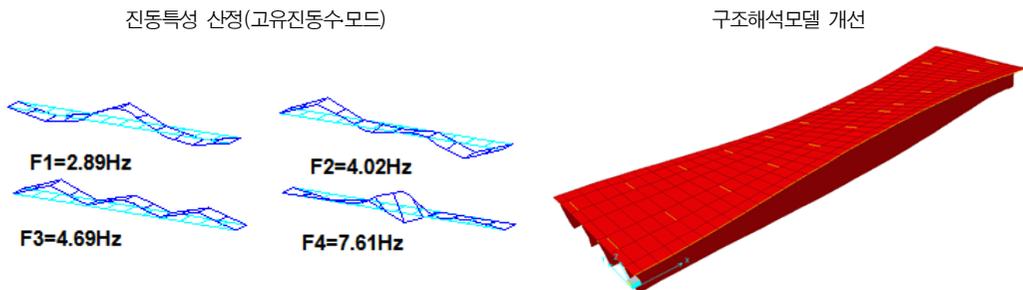


Fig. 7 진동특성 및 구조해석 모델

③ 가속도 측정

- 통행차량이나 바람 등에 의해 발생하는 교량의 상하방향 진동 가속도 측정
- 측정시간 : 1시간

④ 결과분석 및 모델개선

- 실측된 가속도 자료를 진동수 성분으로 변환
- 변환된 실측자료 이용하여 진동특성(고유진동수, 고유진동모드) 산정
- 기본 구조해석모델의 진동특성 산정
- 기본 구조해석모델의 강성을 조정(개선)한 후 재해석하여 진동특성을 산정하고 실측하여 얻은 진동특성과 같게 될 때까지 조정(개선) 작업 반복
- ※ 최종적으로 실제 교량과 처짐량이 동일한 가상의 교량(개선된 구조해석모델) 생성됨
- 가상의 교량에 가상의 재하시험을 실시(구조해석)하여 처짐량 산정

⑤ 공용내하력 산정

- 기본 구조해석모델의 처짐량과 가상 교량(개선된 구조해석모델)의 처짐량을 이용하여 응답보정계수 산정
- 공용내하력 산정(기본내하력×응답보정계수)

3.2.4 모바일 점검 시스템

(1) 모바일 구조물 관리란?

모바일 구조물 관리는 무선통신이 가능한 모바일 기기를 활용하여 현장에서 구조물 유지관리시스템과 데이터를 송·수신하면서 구조물을 점검·관리하는 체계를 말한다. 이는 현장에서 모바일 기기를 활용하여 구조물을 점검하는 모바일 구조물 점검과 구조물 유지관리 자료를 저장하고 사용자에게 필요한 정보를 제공하는 구조물 유지관리시스템으로 나뉘어 진다.

(2) 모바일 점검 절차

한국도로공사 구조물처에서는 매년 초 구조물 유지관리 시스템을 활용하여 연간 점검계획을 수립한다. 점검대상 및 점검시기를 결정하고, 정밀안전진단 등 상위 점검을 실시하는 경우에는 안전점검 시기를 조정한다. 점검계획이 작성되면 모바일 기기에서 점검대상을 조회할 수 있다. 현장에서 해당구조물을 선택하거나 GPS 또는 QR코드 등을 활용하여 점검대상을 선택하면 이전에 실시한 점검결과나 보수보강이력 등 각종 자료를 확인할 수 있다. 손상이 발견된 경우에는 모바일 기기의 카메라 기능을 활용하여 사진을

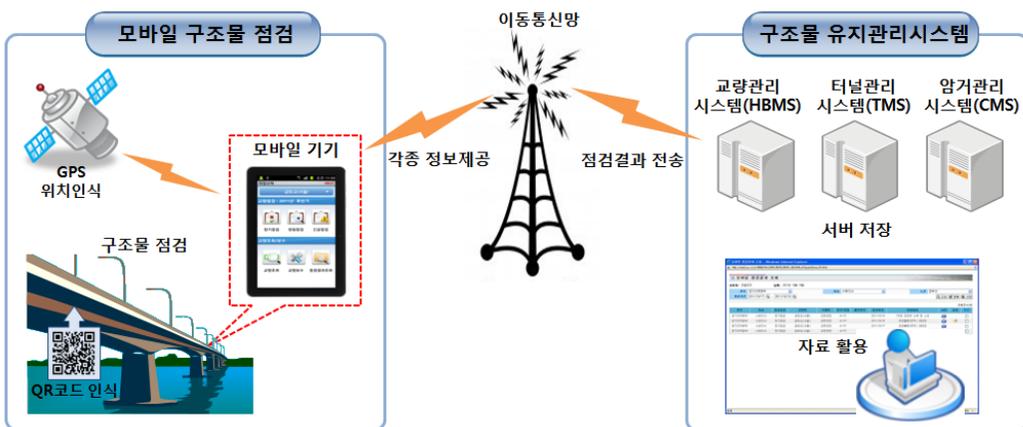


Fig. 8 모바일 구조물 관리 개요도

촬영하고 해당 위치와 손상수준을 기록한다. 조사된 결과는 부재별로 결함등급을 부여하여 입력되며 점검이 완료되면 서버로 전송하면 점검이 완료된다.

구조물 유지관리 시스템에서는 현장에서 전송된 점검결과를 저장하고 기존 점검결과를 업데이트한다. 이러한 과정은 과거 점검을 완료한 후에 사무실에서 자료를 다시 정리 하고 입력하는 과정을 생략할 수 있게 해준다. 서버에 저장된 점검결과로 구조물별 상태평가를 실시하고 보고서를 생성하여 구조물의 안전등급을 위한 자료로 활용된다.

(3) 활용 효과

현재 모바일 구조물 관리체계는 교량 점검과 관리에 활용되고 있다. 교량 정기점검이나 정밀점검, 긴급점검을 수행하고 그 결과를 현장에서 입력하여 신속하게 점검을 완료할 수 있게 되었다. 이전에는 점검을 실시하면서 사진을 촬영하고, 점검결과를 야장에 기록한 후에 다시 사무실에서 PC를 통해 결과를 재입력해야 했으나 모바일 관리체계 도입 후 이러한 과정이 생략되어 점검시간을 줄일수 있게 되었다. 현장에 구조물 현황이나 이전 점검결과, 점검매뉴얼 등을 별도로

가지고 다닐 필요가 없어 점검 효율성이 향상되는 효과와 더불어 점검 즉시 결과를 입력하게 되므로 내업량이 대폭 감소하는 효과가 있다.

실제 모바일 구조물 관리체계를 도입하기 전후의 점검시간을 조사한 결과 평균 점검시간이 18% 단축되는 것으로 나타났다.

3.2.5 기타 구조물 과학화 장비

(1) 박스형 교량 내부 무인점검 장비

박스형식 교량 내부를 인력에 의하지 않고 무인점검 로봇을 투입하여 원격통신 안테나를 이용하여 내부상태를 점검하는 장비로써 2008년에 무인점검 로봇 및 화상처리 소프트웨어를 개발하여 현재 현장 적용 단계에 있다

(2) 터널 스캐너(Scanner)

광학장치가 장착된 터널 스캐너(Scanner)를 도입하여 터널라이닝 상태(균열, 누수등)를 화상 처리시스템으로 처리하여 자동으로 외관 조사망도를 작성하는 장비로써 데이터 획득방식에 따라 디지털 비디오 카메라 방식, 레이저 방식, 라인센서 카메라 방식으로 구분되며 측정속도는 5~30km/hr이다. 2004년에 중부선 중부1터널에 시험 적용한후 다수 터널에서 활용되고 있다

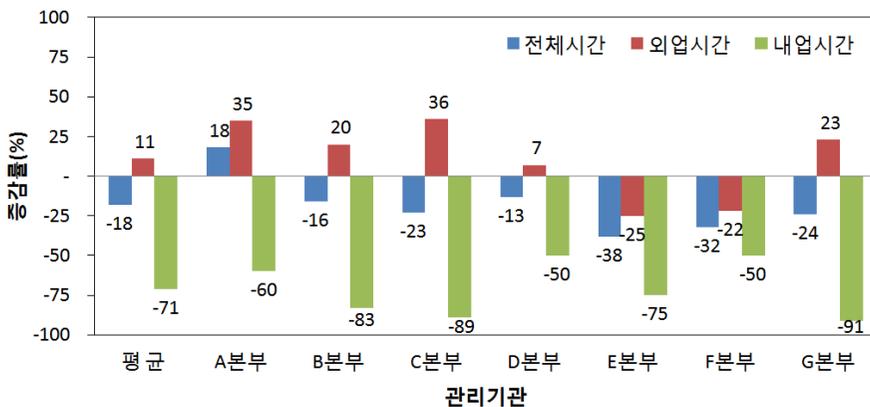


Fig. 9 모바일 구조물 점검 도입 전후 점검시간 조사결과

(3) 수중부 교량 기초 초음파 탐사장비

수중 초음파 조사장비(Side Scan Sonar)는 토우피쉬(Towfish)라는 어뢰모양 개체의 양 측면에 트랜스듀서(Transducer)에서 방사되는 음파로서 영상을 취득하는 장치이다. 토우피쉬에는 고도센서(Altimeter Sensor), 수심센서(Depth Sensor), 동작센서(Motion Sensor)가 부착되어 있으며 토우피쉬에서 감지되는 자료는 취득된 영상과 외부에서 취득된 GPS자료와 함께 컴퓨터의 프로그램에 의하여 저장되고 분석되며 경부선 금강대교 등 28개교의 정밀안전진단 용역에 적용하였다

(4) 폴(Pole) 카메라

길이를 조절할 수 있는 폴(Pole) 단부에 조명이 달린 카메라를 장착하여 구조물 고소부에 위치한 결함을 조사할 수 있는 기구로써 폴 단부에 장착된 카메라 각도를 원격 조작하여 촬영화면을 확인하고 동영상이나 사진을 촬영하여 저장할 수 있는 장비이다. 2010년 부터 신용교 등 1,720개소에 적용하고 있다.

(5) 협소부 점검 카메라

구조물의 좁은 틈새로 단부에 소형카메라와 조명인 달린 유연한 케이블을 집어넣어 조사할 수 있는 기구로써 카메라 단부 각도를 원격조작

하여 조사 화면을 확인하고 동영상이나 사진을 촬영하거나 저장할 수 있는 장비이다. 천정교 등 517개소에 활용되었다

(6) 강교도막 진단 시스템

강교 도장면 촬영사진을 컴퓨터로 영상처리하여 색상정보 검출로 도막 열화도를 진단하여 재 보수 도장시기를 합리적으로 판단하는 시스템으로 2006년에 개발되어 영동선 과적육교 등 27개소에 적용하고 있다.

(7) 강교부식 진단 시스템

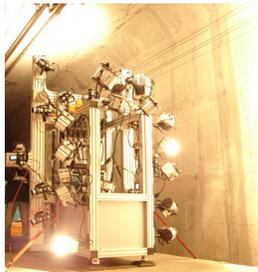
코팅된 강재에 약한 교류전류를 흘려 보내어 저항, 전기용량, 유전율 등을 측정하여 도장 도막의 잔존수명을 예측하고 강재의 부식상태를 판정하는 과학적 기법으로써 2007년에 “강교 부식진단 기법”을 개발하여 경부선 진위천교 등 10개교에 적용하였다

3.3 구조물 점검 과학화 성과 분석

한국도로공사에서는 구조물 점검 과학화의 성공적인 현장 도입을 위하여 연도별 활용목표 및 실적을 관리하여 오고 있다. 그중 최근 3년간의 목표 및 실적을 분석한 자료를 살펴보면 2010년 이후 적용율 및 적용건수가 지속적으로 증가하



교량내부 무인점검 장비



터널스캐너



폴 카메라



협소부 점검 카메라

Fig. 10 기타 구조물 점검 과학화 장비

고 있으며 목표대비 실적 또한 매년 100% 이상의 성과를 거두고 있다. 특히 2012년의 적용건수는 2011년의 752회보다 2배가량 늘어난 1,585 회로 나타났으며 적용률 또한 실적이 19.4%로 목표대비 6.3% 포인트 향상되었다. 꾸준한 증가 추세를 보이고 있는 이유는 점검 과학화에 대한 한국도로공사 내부의 인식 변화와 꾸준한 연구 개발 및 확대보급을 위한 직원들의 노력의 산실이라는 평가다. 실제 2012년에는 구조물처에서 자체개발한 폴 카메라를 전지사에 확대 보급함으로써 점검의 효율화뿐만 아니라 적용률을 높

일수 있는 계기가 되었다.

구조물 점검 과학화를 통해서 점검에 소요되는 비용도 절감하는 효과를 거둘수가 있었다. 주요 점검장비 과학화로 이룬 예산절감 효과는 현재까지 3,751백만원으로 세부산출 내역은 다음 Table 1과 같다.

3.4 향후 계획

현재 개발하고 있는 장비는 휴대형 수중점검 카메라와 터널의 균열상태를 정상운행 상태(50~80

구 분	2010년		2011년		2012년	
	목표	실적	목표	실적	목표	실적
적용률(%)	4.6	5.6	6.5	9.6	13.1	19.4
적용건수	350	423	508	752	1,072	1,585

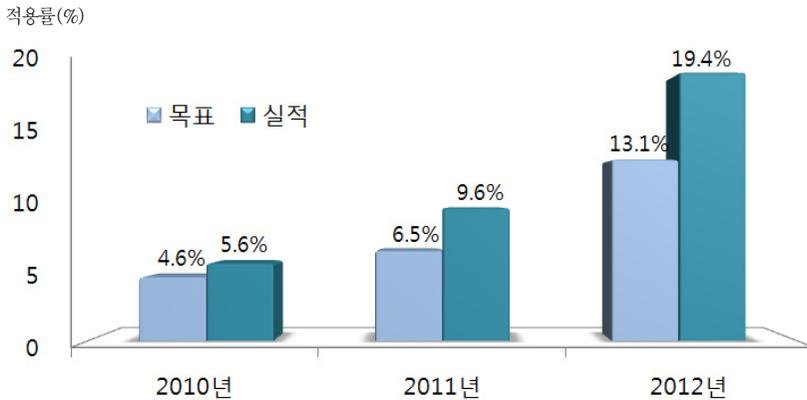


Fig. 11 최근 3년간 구조물 점검 과학화 목표 및 실적 분석 자료

Table 1 점검장비 과학화로 이룬 예산절감 효과

장 비 명	활용실적 (건)	단위성과 (원/건)	절감액 (천원)
계	2,060	-	3,751,622
교량바닥판 무인점검차	70	3,375,535	236,287
차량탑재형 GPR	158	6,966,035	1,100,634
스마트 교량내하력평가 시스템	29	4,002,497	116,072
교량 영상관리시스템	49	17,973,125	880,683
폴카메라	986	115,499	113,882
모바일 구조물 점검시스템	768	1,698,000	1,304,064

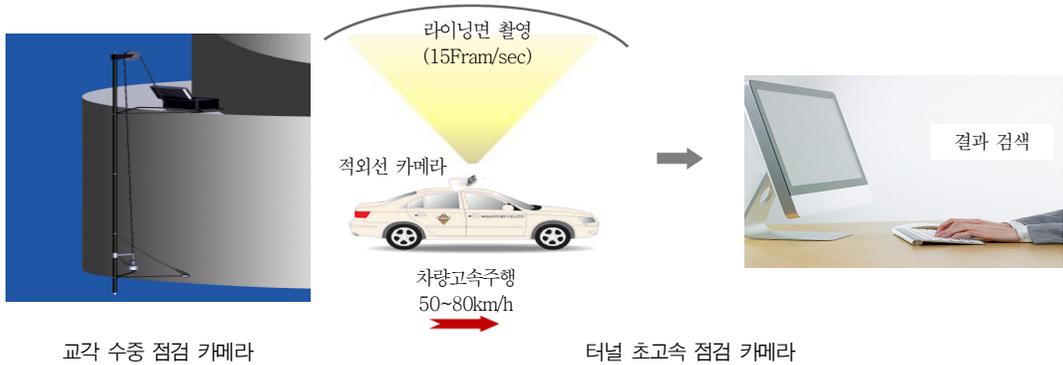


Fig. 12 교각수중 점검 카메라 및 초고속 점검 카메라

Km/h)에서 영상으로 촬영할 수 있는 초고속 점검 카메라 등이 있는데 금년에 현장에서 활용이 가능하다.

휴대형 수중점검 카메라 개발 배경은 고속도로의 교량은 서울시와 같은 지자체에서 관리하는 구조물과 달리 점검대상 교량이 전국에 분포되어 있고 기초형식이 다양하여 부양식 점검장비 운영은 비용이 과다하게 소요되어 불리하므로 이동성이 우수한 휴대형 수중점검 카메라를 개발하게 되었는데 적용대상은 수심은 6m이하이며 수면위로 기초가 노출된 교량으로서 22개교 126개 교각에 적용 계획이다.

기존의 터널 스캐너(Scanner)는 터널 라이닝 점검시 누수, 파손, 탈락 등 비교적 큰 손상은 식별이 가능하나 선명도가 다소 부족하여 미세한 결함의 발견이 어려운 단점이 있으며 촬영 위치 정보가 없어 결함(손상) 검색시 위치 확인이 곤란할 뿐만아니라 현장조사 및 결과 검색의 편의를 위한 프로그램의 개선이 필요하여 터널 초고속 점검 카메라를 개발하게 되었다. 기존의 점검장비는 120만화소의 15Fram/sec 이상의 카메라의 성능을 가지고 있었으나 성능을 개선하여 200만화소 25Fram/sec로 향상시키고 정확한 위치 정보 표출 및 저장 기능을 추가할 계획이다.

한국도로공사는 현재까지 축적된 구조물 점검 기

술을 바탕으로 향후에는 나노기술과 UT(Ubiquitous Technich)을 접목한 스마트 구조물 점검을 준비하고 있다.

4. 결 론

구조물 관리 부실과 노후화로 인하여 발생하는 교량사고는 철저한 점검과 보수·보강만 이루어진다면 충분히 막을 수 있는 인재라고 볼때 교량붕괴사고를 예방하고 구조물의 수명연장과 도로 이용자의 안전한 운행을 도모하기 위해서는 구조물의 안전점검과 진단의 중요성은 날로 증가되고 있다.

한국도로공사에서는 2004년 2월에 구조물수 증가, 구조물의 노후화, 산업기술 발전에 따른 차량의 대형화로 교량 피로 축적이 가중되는 주변환경을 고려하여 인력 위주의 점검에서 기계화로 점검방법을 전환하기 위하여 구조물 점검 과학화를 도입하였다. 현재 실무에 적용하고 있는 장비는 9종, 추가개발중인 장비는 2종, 성능 개선을 위하여 보완중인 장비는 4종으로 총 15종의 과학화 장비를 개발·활용하고 있다. 그중에서도 무인교량 점검 시스템(U-BIROS), 차량 탑재형 레이더 시스템(GPR)과 스마트 내하력 평가 기법 등은 육안조사에 의존하던 점검방법

에 혁신을 가져왔으며 또한 강이나 하천상의 교량이나 고교각 교량 또는 시가지 교량 등과 같이 점검이 어렵거나 불가능한 교량에서의 점검도 가능하게 하였고 교통차단없이 교량점검을 수행함으로써 현재까지 38억원 가량의 점검비용 절감뿐만 아니라 교통 지정체로 인한 사회적 비용을 줄일수 있는 효과를 거둘수 있었다. 또한 구조물 점검과 관리에 모바일 구조물 관리를 도입하여 신속한 점검을 도모하고 점검의 효율성을

향상시킬 수 있게 하였다. 이외에도 풀카메라, 박스형 교량 내부 무인점검 장비 등도 인력점검의 한계를 극복하여 보다 정밀하고 신뢰성 있는 점검결과를 획득하게 하고 있다.

담당 편집위원: 성택룡
(RIST 강구조연구소 수석연구원)
trseong@rist.re.kr