

# 적외선을 이용한 구조물 진단 기술

## Diagnosis Technologies for Structure Using Infrared Wave

박종화\*

Park, Jong Hwa

### 1. 서론

열적외선 촬영에 의한 온도측정은 대상 물체로부터 복사되는 열적외선 에너지를 적외선 카메라로 촬영하여 그 표면온도를 영상화하는 것이다. 대상물 표면에 나타나는 온도차로부터 물체의 성질 및 물체 내부의 상황을 비접촉·비파괴로 탐사하는 방법이다.

각종 물체표면에서 복사되는 적외선 에너지를 검출하는 기술은 주로 군사목적으로 1940년경에 개발되었다. 1960년대에는 온도측정 장치로 적외선 영상장치(Infrared Thermography)가 등장하면서 적외선 측정 장비는 비약적으로 진보하게 된다. 이를 적외선 영상장치 1세대라 하며 기계 스캔형 적외선 영상장치가 주를 이루며 과학기술의 많은 분야에 보급되어 응용계측기술의 기초를 만들었다. 1980년대 후반부터는 적외선 영상장치의 2세대라고 부르며 적외선 배열센서를 탑재한 적외선 영상장치가 개발되어 성능이 크게 향상되었다. 그러나 이때까지도 적외선장치로 얻어진 열화상을 모니터 TV를 통해서 볼 정도였으며 그 화상은 선명하지 못하였다. 열화

상을 기록하는 방법도 비디오테이프나 사진촬영 밖에 없어 온도해석은 매우 힘들었다. 그러나 2000년대에 들어서는 장치도 캠코더정도로 소형화되고 열화상 기록도 CD, 자기카드 등을 이용하면서 비약적으로 진보해가고 있으며 온도해석도 PC상에서 쉽게 처리가 가능하게 되었다. 열적외선 촬영에 의한 온도측정기술은 적외선센서 장비의 개발과 신호처리 기술의 발전을 배경으로 우주개발이나 열적 문제 해결방법으로 상당히 보급되고 다방면에서 큰 성과를 올리고 있다.

한편 농업수리 구조물을 비롯한 교량, 터널 등의 콘크리트 구조물의 노후화에 따라 이에 대한 관리 점검 기술의 확보가 요구되고 있다. 그리고 1970년대부터 시작된 새마을운동과 건설경기의 활성화로 건설된 구조물들이 시간이 지나면서 균열 등으로 인해 그 기능이 떨어지고 안전사고 대비를 위한 점검이 필요한 시점에 와 있다. 또한 콘크리트의 조기 열화현상이 나타나게 되었는데 그 배경으로는 막대한 콘크리트 구조물이 건설되면서 콘크리트용 골재의 고갈 및 노동력부족이 나타나고 현장 근로자의 콘크리트에 대한 인식과 기술수준이 떨어지고 있는

\*충북대학교 농과대학(jhpak7@chungbuk.ac.kr)

점을 들 수 있다. 콘크리트 구조물의 열화는 구조물 기능의 약화뿐 아니라 콘크리트 내부 철근의 부식을 가져와 구조물 파괴를 가져오기도 한다. 지금까지 콘크리트 구조물은 유지관리 면에서 자유로움과 반영구적이라고 인식되고 있다. 그러나 미국, 유럽, 일본에서 발생하고 있는 터널의 복공이나 고가교 등의 콘크리트 조각이 떨어지는 사고 등은 적절한 유지관리를 실시하지 않으면 콘크리트의 내구성이 떨어져 중대한 사고와 연결되어진다는 경고로 받아들여야 할 것이다.

본 강좌에서는 이러한 문제점을 해결할 수 있는 방법으로 적외선을 이용하여 구조물을 진단하는 기술에 대한 기초를 알아보고 구조물 진단방법에 관한 조사사례와 활용분야에 관해 고찰하고 농공 분야에서의 활용 가능성을 검토하고자 한다.

## 2. 적외선 영상장치의 원리 및 개요

### 가. 적외선

적외선(Infrared ray)은 1800년에 영국의

천문학자 William Herrochel에 의해 발견되었다. Herrochel은 프리즘으로 태양광을 스펙트럼 분광하여 온도분포를 조사할 때 적색부분 스펙트럼보다 긴 파장을 갖는 영역에 물체온도를 올리는 효과를 갖는 눈에 보이지 않는 빛이 있다는 것을 발견하고 이것을 적외선이라 하였다. 적외선은 그림 1과 같이 가시광선영역과 마이크로파장 영역 사이에 있는 전자파 영역으로 파장범위는 약  $0.75 \mu m - 0.1cm$ 이다. 적외선은 다시 그림 2와 같이 파장에 따라 근적외선, 중적외선, 원적외선, 극적외선 등으로 구분되고 눈으로 감지되지 않는 빛의 성질을 가지며 태양은 물론 모든 물체로부터 복사되고 있다. 적외선은 가시광선이 가지고 있는 반사, 굴절, 회절 등의 광학적 특성을 가지며 광학계로 집광도 가능하다.

Max(Karl Ernst Ludwig) Plank의 플랑크 법칙에 의하면 모든 물체는 그 온도에 맞는 적외선을 방출하고 있으며 온도가 변화하면 복사되는 적외선 에너지도 변화한다. 복사에너지 스펙트럼은 물체의 온도와 복사를 만으로 정해지며 온도가 높을수록 단파장 쪽의 적외선 복사가 강해진다고 하였다.

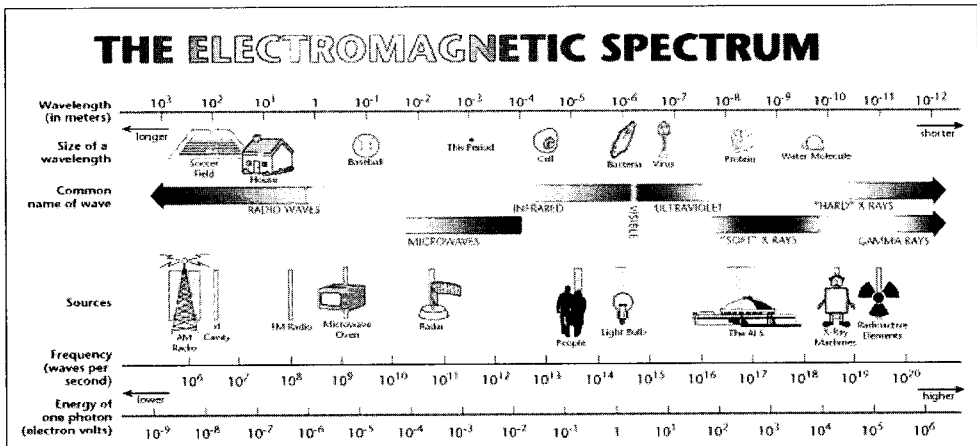


그림 1. 전자파 스펙트럼

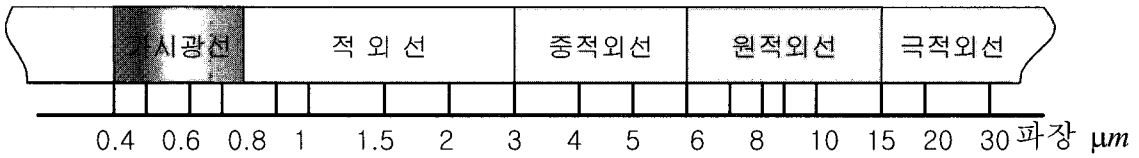


그림 2. 파장대별 적외선 영역

#### 나. 적외선 영상장치의 원리

적외선 영상장치(예; 그림 3)는 “절대온도 0°K 이상을 갖는 모든 물체는 그 표면으로부터 적외선을 복사하며 그 복사 적외선 양과 온도는 일정한 비례관계를 갖는다(즉 물체온도가 높아지면 복사되는 적외선 복사량은 온도의 4승에 비례하여 증가)”는 원리로부터 출발한다. 이 관계를 식으로 나타내면 식(1)과 같다.

$$M = \int_0^{\infty} M(\lambda) d\lambda = \sigma T^4 \quad (1)$$

여기서,  $M$ 은 전 복사량 ( $W/m^2$ ),  $M(\lambda)$ : 분광복사량  $W/m^2 \cdot \mu m$ ,  $\sigma$ 는 Stefan-Boltzman 상수  $5.6697 \times 10^{-8} W/m^2 \cdot K^4$ ,  $T$ 는 흑점 온도이다.



그림 3. 적외선 영상장치

적외선 영상장치는 그림 4와 같이 이 원리를 이용하여 적외선카메라로 적외선 양을 얻어 온도로 변환함으로써 평면에 분포하는 온도분포를 열화상으로 표시하는 것이다. 적외선 영상장치

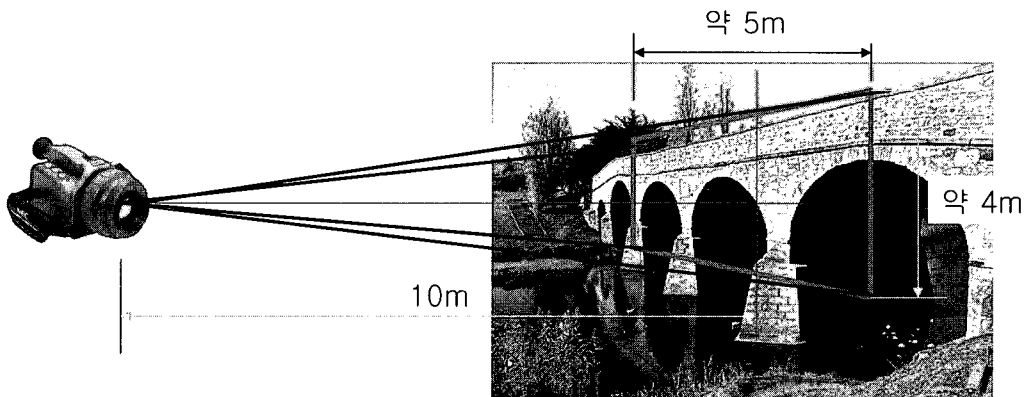


그림 4. 적외선 영상장치의 촬영원리

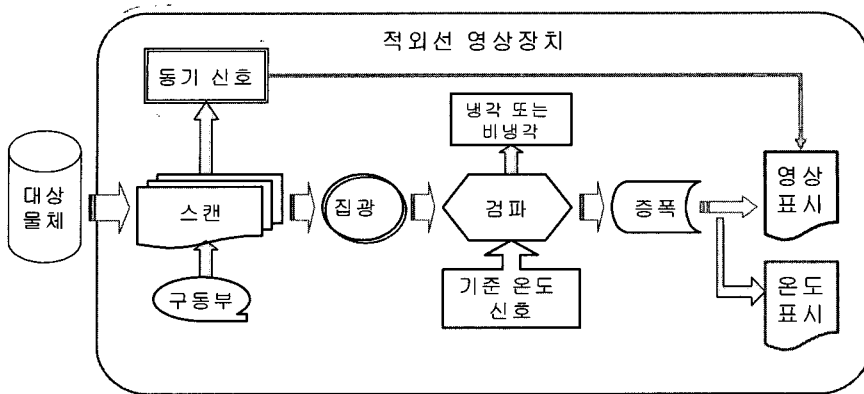


그림 5. 적외선 영상장치 개념도

의 빛의 취득에서 출력까지의 과정을 개념도로 나타내면 그림 5와 같다.

즉 대상 물체로부터 복사되는 적외선은 대기를 통해 적외선카메라에 입사되고 장치에 들어온 적외선은 스캔부, 집광부를 통하여 검파기에 모아진다. 여기서 적외선 에너지는 전기적 신호로 변환되고 증폭되어 모니터에 신호의 크기에 따라 흑백 또는 칼라의 열화상으로 표시된다. 장치내부에는 기준 온도 신호가 있어 대상 물체로부터 입사되는 신호를 이것과 비교하여 온도로 변환한다. 스캔부는 일반 카메라와 달리 적외선 카메라에만 필요한 메커니즘의 하나이다. 일반적으로 적외선 카메라의 센서인 적외선 검파기는 단소자로 구성되어 있으며 정지한 광학계를 거쳐서 얻어진 상은 사진 필름의 1화소에 상당하는 것으로 대상물체의 어느 미소한 점의 정보에 불과하다. 따라서 적외선 카메라는 2차원의 폭을 갖는 화면을 형성하기 위한 광학적 스캔 과정을 여분으로 필요로 한다. 일반적으로 스캔은 반사경의 회전 및 진동에 따라 기계적으로 실시되므로 스캔부의 크기 및 영상을 만들어 내는 시간에 따라 달라진다. 즉 적외선 영상장치는 카메라 내부 센서에 의해 물체로부터 복사되는 적외선 양을 검출하여 전기신호로 변환하

여 Processor로 보낸다. 이 신호를 Processor에서 온도정보로 변환하여 모니터에 온도분포를 색 구분으로 표시한다.

적외선 영상장치의 주요 특징을 정리하면 다음과 같다. ① 열전대와 달리 대상물에 접촉할 필요가 없이 떨어진 장소에서 계측이 가능, ② X선 등과 달리 대상물이 자연적으로 복사하는 적외선을 받기 때문에 대상물에 해를 가하지 않고 계측이 가능, ③ 열전대 및 점 복사온도계와 같이 점의 온도를 측정하지 않고 2차원 정보이므로 넓은 면적을 한번에 계측이 가능, ④ 스캔 속도는 1/30초등으로 빠르며 온도변화가 빠른 물체나 운동하는 물체의 온도를 정확하게 계측 가능, ⑤ 디지털 데이터이므로 현장에서 CD 등에 기록할 수 있어 외부 컴퓨터로 해석이 가능하다.

#### 다. 적외선 영상장치의 개요

적외선 영상장치는 일반적으로 적외선 카메라라고 불리며 대상으로 하는 파장이 적외선이라는 것을 제외하면 기본적으로 일반 카메라와 같은 개념의 것을 말한다.

그러나 대상표면의 영상을 광학계를 통하여 만드는 기본개념은 같을지라도 적외선 카메라와

일반 카메라는 영상을 만드는 과정이 원리적으로 다르므로 적외선 카메라의 구성 및 기능도 일반 카메라와 다른 특징을 가진다. 적외선 카메라와 일반 카메라의 차이를 비교표로 정리하면 표 1과 같다.

적외선 카메라는 일반 카메라에 비해 기술적인 어려움이 많은 관계로 가격도 비싼 것이 현실이다. 특히 심장부라 할 수 있는 검지기의 성능은 장치의 성능과 기능을 좌우하기 때문에 그 개량과 개선이 가격 결정에 중요 인자가 되고 있다. 현재는 비냉각 방식이 주류를 이루어 가고 있으나 최초의 냉각방식은 액체질소로 검출부를 냉각함으로써 적외선을 검파하였다. 그 후 운반이 편리한 가스 펌프(아르곤가스)를 이용한 쥘토크스형이 개발되어 얼마 전까지만 해도 가스통의 필요 없는 가스 순환식 냉각방식이 주류를 이루었다.

또한 센서는 오랫동안 단소자 또는 복소소자의 시대가 지속되었으나 최근 들어 어려운 생산 기술을 극복하여 InSb(안티몬화인듐) 2차원 센서 및 PtSi(플라티나 실리콘) 2차원 센서 등

이 적정한 가격으로 공급되면서 적외선 영상 장치의 성능향상이 가능하게 되었다. 여기에 1997년에 비냉각 2차원 센서가 개발되면서 종래의 적외선 기술의 벽이었던 센서소재와 파장영역 관계가 한번에 없어지면서 자유롭게 적외선이 투과하는 파장영역 설정이 가능하게 되었다. 이 문제의 해결로 종전에 20kg 정도였던 장치 무게가 1.6kg 정도로 가벼워졌으며 크기도 B6크기로 작아지게 되었다.

### 3. 조사, 진단 기술 및 측정방법

댐, 도로, 철도, 터널 등 여러 콘크리트 구조물의 안전성 확보가 점차 중요해지면서 사고를 미연에 방지하기 위해 일반 구조물의 파손, 균열, 박리 상태를 계측하는 방법으로 눈으로 확인하는 방법, 일반 카메라를 이용한 조사, 해머나 망치를 이용한 타음 검사 등이 일반적으로 사용되고 있다. 콘크리트 구조물의 진단에 적외선을 이용한 방법이 다양하게 이용되고 있는데 그 예를 통해 알아보도록 한다.

표 1. 적외선 카메라와 일반 카메라의 비교

항 목	적외선 카메라	일반 카메라
사용 전자파	적외선 복사	가시광선 반사
파장범위	1-15 $\mu$ m	0.4-0.7 $\mu$ m
대상 영상	표면의 열화상	가시영상
센 서	적외선 검파기	필름에 도포된 화학약품
광 받는 점	미소 포인트	면적인 상
스 캔	일반적으로 x, y방향 스캔이 필요	필요 없음
광 학 계	표면 반사경 또는 특수재료 렌즈	유리 렌즈
신호출력	전기적 신호로 영상, 동기신호	없음
표시방식	모니터	인화지

### 가. 조사, 진단 기술의 고도화

지금까지 건설되었던 콘크리트 구조물들은 앞으로 계속해서 내구성이 떨어지게 되므로 이에 대비한 점검이 필요하다. 일반적으로 콘크리트 구조물이 오랫동안 유지될 수 있게 하기 위해서는 그림 6과 같은 각각의 기술 개발이 필요할 것이다. 이 과정에서 요구되는 기술 가운데 막대한 양의 콘크리트 구조물을 효율 있게 최소의 비용으로 유지관리하기 위한 방법 마련이 시급하다. 현재 콘크리트 구조물의 점검과 조사에 많이 사용되고 있는 방법은 눈에 의한 검사, 타음 검사가 있다. 이 방법은 눈과 귀에 의지하기 때문에 다음과 같은 문제점이 있다. ① 인력이 필요 ② 가설장비 및 교통규제를 필요로 하는 경우가 많으며 ③ 결과에 개인차가 발생하기 쉽고 ④ 검사 기록 정도가 떨어짐.

이러한 문제점을 해소하기 위해 기존의 기술을 보완할 수 있고 고도화 기술을 도입하여 다음의 문제점을 해결할 수 있는 방법이 요구되고 있다. ① 기계화, 현장작업, 측정 등의 편리성 ② 자동화 ③ 데이터 정리의 용

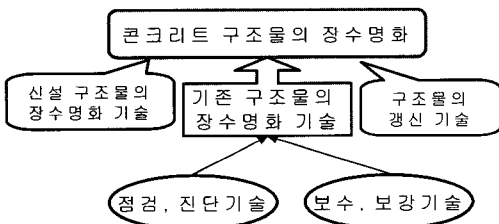


그림 6. 콘크리트 구조물 장수명화 요구사항

이성 ④ 작업 안정성, 작업환경의 향상 ⑤ 구조물 변화의 객관적, 정량적 데이터 취득의 용이성 ⑥ 현장작업의 시간단축 및 고도화 ⑦ 필요 측정개소 수의 감소 ⑧ 비파괴 조사의 실시 ⑨ 계속 측정의 실시.

### 나. 적외선 영상장치에 의한 측정방법

적외선 영상장치에 의한 비파괴검사의 경우 크게 두 가지 방법으로 실시된다(표 2).

Passive(수동)방식은 측정 대상물로부터 자연적으로 복사되는 적외선 에너지를 검사하는 일반적인 측정방법이다. 태양열을 받는 구조물 등의 파손상태의 검사와 전류가 흐르는 상태에서의 문제점 발견을 위한 측정에 사용되고 있다.

Active(능동)방식은 터널 등과 같이 측정대상이 방열 하지 않는 경우 열을 가해주지 않으면 온도분포의 변화가 없는 경우로 외부에서 열을 가하여 측정 대상물의 미세 결함(균열 등) 및 내부 결함(내부 균열 및 공극)을 온도분포로 나타낼 수 있게 하여 검출하는 방법이다.

다시 Active(능동)방식에는 표 3에 나타난 것과 같이 3종류의 방법이 사용되고 있다. ① 구조물 또는 부재를 가열하여 열의 흐름을 만들어 온도변화를 검출하는 방법 ② 구조물 또는 부재를 가열할 필요가 없이 구조물 또는 부재의 반대편에 열원을 두어 투과광의 강약분포를 검출하는 방법 ③ 구조물 또는 부재를 가열할 필요가 없이 구조물 또는 부재의 표면에 열

표 2. 수동방식과 능동방식의 차이

항 목	내 용	특 징
Passive(수동)방식	일반적인 온도측정	표면의 온도분포
Active(능동)방식	외부에서 열을 가하여 측정	내부의 결함 및 표면의 미세 결함을 검출

표 3. 능동방식에 의한 검출방법

검출방법	측정 원리	능동방법과 특징
온도분포 측정	내부 결함의 영향이 표면온도 분포로 나타남	구조물 내부에 열의 흐름을 만들
투과 측정	내부 결함이 투과광의 차이로 나타남	구조물 뒤편에 열원을 두어 투과광을 측정. 구조물을 가열할 필요가 없음. 두께가 얇은 경우 사용.
반사 측정	표면 결함이 반사광의 차이로 나타남	구조물 표면에 적외선을 쏘아 반사광을 측정. 구조물을 가열할 필요는 없음.

표 4. 적외선 기술의 응용 예

분야	영상장치 응용 예
토목·건축	교량, 터널 외벽 등의 박리, 댐 등 수리 구조물의 누수진단, 구조물의 열부하 조사·연구, 탱크·파이프 및 저장고로부터의 열 누출 검출, 법면 손상조사
농림	산림, 식물의 생태조사, 작물 및 나무의 병충해 조사
지질	지열 탐사, 수자원 탐사, 광물 탐사, 화산관측 ~
재료	단열, 전열시험, 연소시험, 강도시험 등에 의한 온도측정
해양, 하천	조류, 해류, 적조, 냉수대의 조사, 어장 탐사
공해, 환경, 사고	공장의 배수, 발전소의 온배수 조사, 폐기 기름의 감시, 화재발견, 도난방지, 도시의 환경조사

원으로부터의 적외선을 쏘아 반사광의 강약분포를 검출하는 방법. 2번째 방법인 투과광을 이용하는 방법은 적외선 영상장치의 검출 파장대와 구조물 또는 부재의 투과 파장대가 일치하는 경우에 한하여 사용이 가능하다.

#### 4. 콘크리트 구조물 진단에 적외선 기술의 적용

##### 가. 적외선 기술의 응용 예

적외선 영상장치는 열에 관련하는 연구·개발 및 보수·점검 등에 다방면으로 이용되고 있으며 많은 성과를 올리고 있다. 표 4에는 각 분

야에 적용되고 있는 적외선 기술의 응용 예 일부를 나타냈다.

##### 나. 콘크리트 표면의 들뜸과 균열 조사

교각, 상판, 터널 내벽 등의 콘크리트 열화진단을 위한 내부의 들뜸, 균열 조사는 눈 조사와 타음 조사를 일반적으로 실시하고 있다. 이는 개인차가 나타날 수 있는 문제점이 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해서 적외선 영상장치가 사용되고 있다.

지반에 축적된 열에너지가 대기와의 온도차 발생으로 콘크리트 표면으로부터 복사될 때 건전한 부분과 변형된 부분사이에는 열에너지의

전달경로가 다르게 나타나 온도차가 발생하게 된다. 이 점에 착안하여 콘크리트 표면으로부터 복사되는 열에너지를 적외선 센서로 감지하여 해석함으로써 눈으로는 보이지 않는 들뜸, 균열 등을 검출하는 방법이다. 이러한 과정의 일례를 흐름도로 정리하면 그림 7과 같이 나타낼 수 있다. 법면 손상 등으로 발생한 공동부분에서의 열 변화 특성 예를 시간변화에 따라 나타내면 그림 8과 같다.

그림과 같이 적외선 영상장치는 법면이 태양 열을 받아 내뿜는 열적외선을 검출하여 표면온도를 면적으로 탐사하는 방법이다. 저온일 때와 고온일 때 2시간의 온도차 화상을 작성하여 들뜸이나 균열이 있는 곳은 문제가 없는 곳에 비교하여 체적 열용량이 적으므로 데워지기 쉽고 차가워지기 쉬운 성질을 갖는다는 원리를 이용

하여 구조물 배면의 상황을 추정하여 구조물의 진단을 실시하는 것이다.

#### 다. 댐의 누수조사

댐은 물의 흐름을 막아 물을 저장하여 필요에 따라 그 물을 사용하기 위하여 만들어졌다. 그러나 만일 댐이 파괴된다면 하류에 가져올 대홍수와 재해를 미연에 방지하기 위해서는 그 보수와 점검이 매우 중요하다. 일본에서 실시된 콘크리트 댐의 누수조사의 일례를 제시하면 그림 9와 같다.

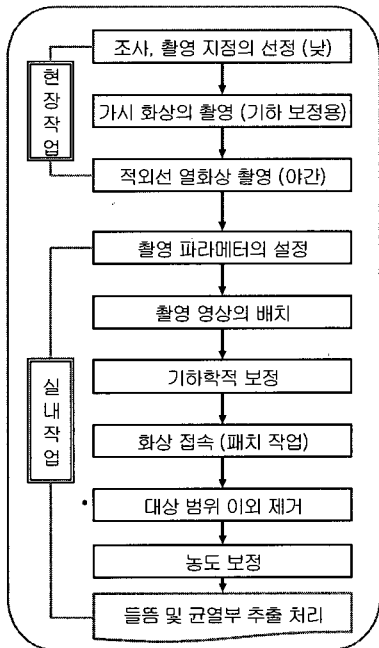


그림 7. 들뜸, 균열 조사의 흐름도

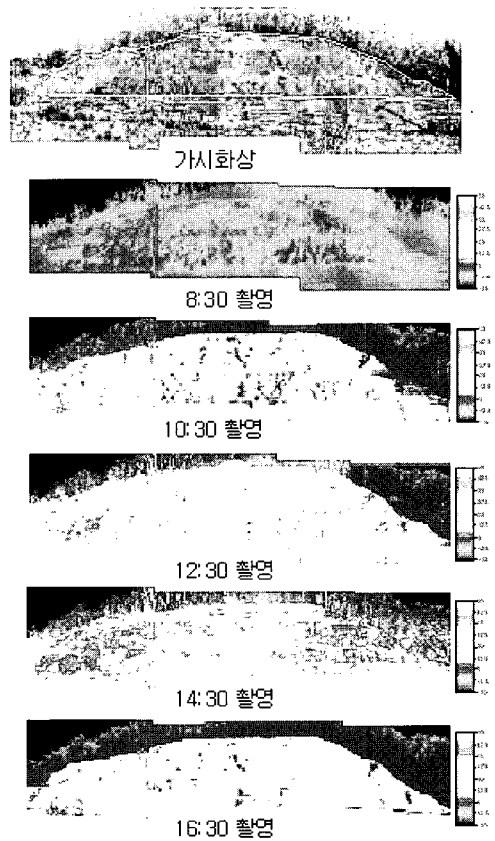


그림 8. 적외선 화상의 시간적 변화



**라. 교량의 박리조사**

교량 외벽의 모르타르가 박리 되면 내부에 공기층이 생기게 된다. 공기층은 건전부에 비교하여 표면온도의 변동이 크게 된다. 태양에너지가 닿게 되어 바깥기온이 높아지게 되면 건전부보다 고온이 되고 태양에너지가 없어지는 야간에는 거꾸로 저온이 되므로 온도차 화상을 작성하여 박리부를 조사할 수 있다. 교량 박리부 조사의 일례를 나타내면 그림 10과 같다.

**마. 터널 내부의 콘크리트 열화 및 누수조사**

오래된 터널의 경우 복토 뒷면에 발생하는 공극과 균열에 의해 누수가 발생하는 경우가 생

긴다. 그림 11은 열화상을 이용하여 터널 내부의 공극과 균열을 찾아내어 누수조사를 실시하는 사례이다. 터널 안의 검사에는 벽면을 가열하는 Active(능동)방식 즉 가열방식을 채용하여 실시하는 것이 일반적이다. 가열히터를 이용하여 가열한 후 실용적인 2차원 비냉각형 적외선 영상장치를 이용하여 가열 후의 벽면온도를 측정하고 터널 안의 콘크리트 구조물을 진단하는 방법이 개발되어 사용되고 있다.

**바. 농업수리 구조물의 기능저하 조사**

농업수리 구조물의 경우 시간의 경과와 함께 노후화로 인한 콘크리트의 균열과 마모 등이 심해지고 있다. 그림 12는 두수공 피아의 역학적

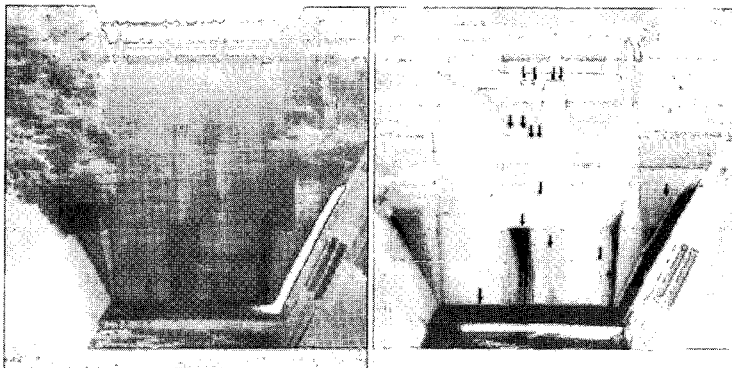
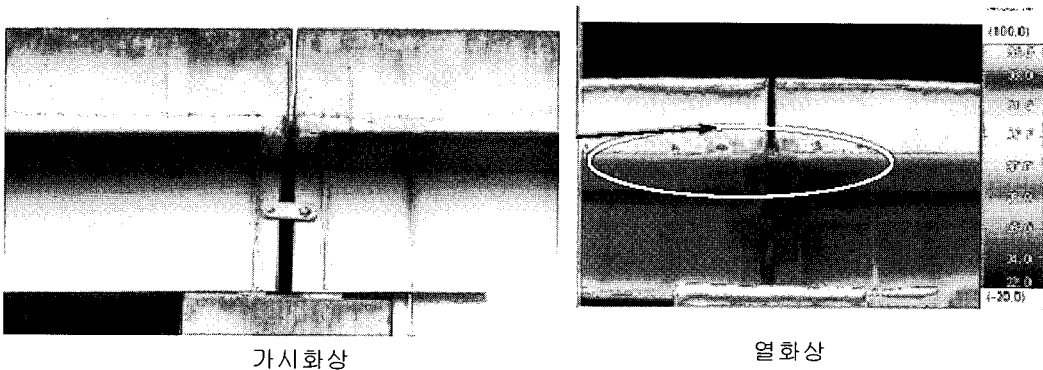


그림 9. 댐의 누수조사 예



가시화상

열화상

그림 10. 교량 박리부 조사의 일례

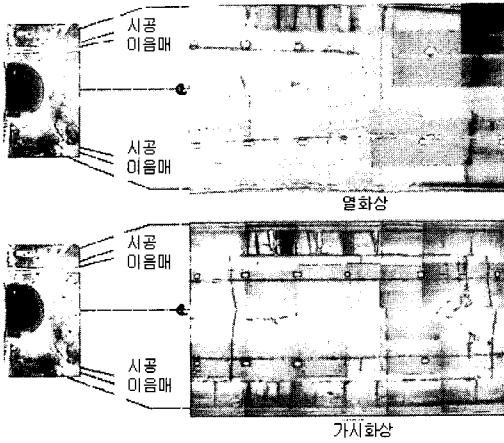


그림 11. 터널 내부의 누수조사의 예

안정성 검사를 위해 적외선 영상장치를 이용하여 측정한 것으로 피아의 박리지점의 경우 그림에서와 같이 온도변화가 크게 나타난다. 이와 같이 적외선 영상장치를 이용할 경우 효율적인 박리지점을 검출하는데 유용하게 활용할 수 있을 것이다. 적외선 영상장치를 농업수리 구조물의 조사와 진단에 적용 가능한 범위의 일부를 소개하면 표 5와 같다.

사. 농업용 저장시설의 외벽진단 및 누수 조사

농업용 저장시설의 외벽표면에 태양광선 및 열원이 공급되면 건전부의 경우 콘크리트에 열 전달이 자연스럽게 되어 온도변화가 크지 않으나 박리부의 경우는 공기층이 단열재의 역할을 하여 건전부 보다 표면온도가 높아진다. 이 온도차를 적외선 영상장치로 측정함으로써 외벽의 박리부를 알 수 있다. 또한 물 저장탱크나 콘크리트 내부 관의 균열 등에 의한 누수지점을 찾아내는 데에도 유용하게 사용되고 있다. 그림 13은 건물내 관의 균열 등에 의해 발생한 누수 지점을 조사에 적용한 사례를 나타낸 것이다.

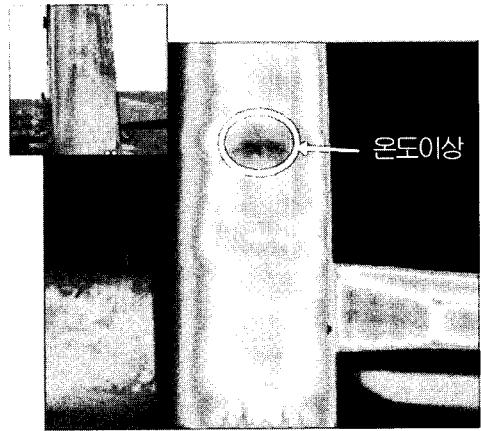


그림 12. 두수공 피아의 박리위험 지점의 진단

표 5. 농업수리 구조물 검사에 적용 가능 범위

대상 농업 수리시설	주요 기능 저하 현상	검사
아스팔트 및 콘크리트 도로	노후화에 따른 침하, 유수에 의한 침식	아스팔트 및 콘크리트 층간의 공동 및 공극상황
개수로	마모, 이음재의 열화, 배면 채움재의 유출	충진 정도, 누수 지점 및 크기
댐, 저수지	노후화에 따른 균열, 이음매의 기능저하	방수층의 열화조사 공극상황 및 누수 지점
두수공 피아	박리, 강도저하	박리 위험지점, 강도의 약점

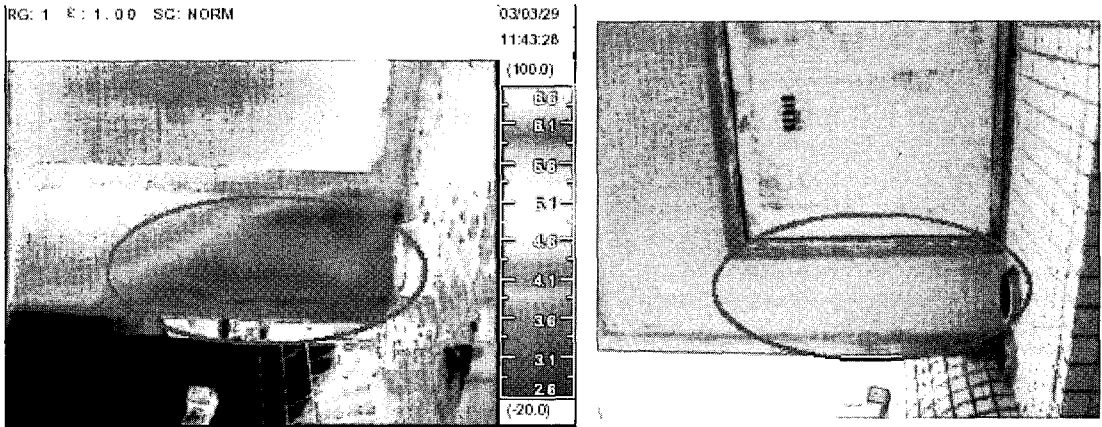


그림 13. 건물내 관의 균열 등에 의한 누수지점 조사

## 6. 맺는말

본 강좌에서는 적외선 영상장치를 이용하여 콘크리트 구조물의 안전진단 및 조사 등에 응용되고 있는 사례를 소개하였다. 적외선 영상장치는 하나의 적외선 검출기 또는 배열상의 적외선 검출기 등을 사용하여 거울을 움직이는 스캔 광학계에 의해 2차원 화상을 구성하는 기계스캔형, 면적으로 적외선 배열 센서를 탑재한 경우, 비냉각형 적외선 영상장치 등으로 발전을 거듭해 왔다. 성능 면에 있어서도 적외선 계측의 해상도, 정도, 안정성, 계측속도, 화소수, 크기 및 경량화 등 모든 면에서 향상되고 있다. 최근 들어 SASS등의 검역활동에는 적극적으로 도입하여 사용하고 있으나 구조물 진단과 검사에 적외선 기술의 활용은 매우 적은 편이다. 그 이유로는 재료와 공법이 다양화되면서 새로운 검증등에 많은 시간과 비용이 드는 점, 장치 자체의 가격이 고가인 점 등으로 적외선 기술에

대한 사회의 인식이 아직 낮아 검증 받을 수 있는 기회가 적었다는 점도 있을 것이다. 그러나 근대화 과정에서 많은 콘크리트 구조물이 만들어지고 점차 노후화가 진행되고 있다. 구조물이 가지고 있는 기능과 역할유지를 위해서는 정기적인 진단과 기능의 보강 등을 통해서 안전사고를 미연에 방지할 수 있는 시스템정비가 필요한 시점에 와 있다. 이를 위해서는 이러한 새로운 기술의 인식과 적용을 위한 준비가 필요한 시점이다.

하드웨어의 발전과 함께 응용계측기술도 착실하게 진보하여 적외선 영상장치는 적외선 영상으로부터 목표물 식별, 콘크리트 및 철강 등의 표면온도계측에 기초한 구조물 진단, 인공위성으로부터의 지구관측, 우주로부터 적외선을 계측하는 적외선 천문학, 공장과 농작물 재배 시설 등의 온도관리, 물체 표면온도 계측에 기초한 비파괴검사 등 다양한 방법에 응용되고 있으며 그 중요성도 더해 가고 있다.

적외선 관련기술은 모든 부문에 적용할 수 있는 만능기술은 아니므로 온도분포, 온도차에 의해 결함부를 찾아내는 특징을 살려서 부족한 부분은 다른 기기나 방법을 같이 사용하여 구조물의 안전을 확보하고 정확하게 진단할 수 있는 방법으로 정착시켜 가야 될 것이다.

농공 분야에 있어서도 앞으로 농업 시설물의 안전점검과 관리를 위해서는 관련기술을 적극적으로 도입하고 활용해 가야 할 것이다.

## 참고문헌

1. Herbert Kaplan, 1999, Practical applications of infrared thermal sensing and imaging equipment, 2nd ed., SPIE-ISOE.
2. Gerald C. Holst, 1998, Testing and evaluation of infrared imaging systems, 2nd ed., SPIE-ISOE.
3. 佐藤紀男, 1999, 赤外線による調査・診断技術の現状と今後の進め方, NIT-BTI, pp.1-5.
4. 谷信弘, 石橋守, 2003, 新型熱赤外線カメラを用いた吹付けのり面空洞探査, EXTEC No.66, p.72.
5. 森充廣, 渡嘉敷勝, 長東勇, 服部晋一, 2002, 農業水利施設機能診断のための非破壊調査現地適用事例, 農業土木學會誌, Vol.70, No.12, pp.55-58.