

열적외선 장비를 활용한 타일박리 조사에 관한 연구

A Study on the Inspection of Tile Delamination Using Infrared-Ray Method.

오 광 진* 최 재 호*
Oh, Kwang Chin Choi, Jae Ho

ABSTRACT

Recently, to obtain the reliable data on the state of the structure, various non-destructive techniques are available. The infrared thermography technique is used in detection of cracks, flaws of concrete structures and buildings. In this paper the infrared thermography technique using the difference of surface temperature was studied. Also this paper is case study that the inspection of building's tile using infrared thermal video.

Keyword : infrared thermal video, inspection, thermography, tile

1. 서론

1.1 연구배경

성수대교붕괴 사고 이후 연이은 구조물의 붕괴사고는 구조물의 안전에 관심이 모아졌고, 최근에는 보다 신뢰성 있는 구조물의 안전조사를 위하여 각종 장비와 기법들이 개발되고 있다. 기존의 구조물 안전조사는 주로 육안에 의해 이루어졌으나, 최근 구조물을 손상하지 않고 구조물의 상태를 조사할 수 있는 각종 비파괴시험이 각광받고 있다. 그중 열적외선 장비를 활용한 써모그라피(thermography) 기술은 피사체에서 방사되는 에너지를 검출할 수 있어 병원의 의료검진, 전기 변압기의 과열 조사, 건축물의 방열효과 검증과 군사용으로 활용되고 있다. 구조물의 안전조사 분야에서는 타 시험에 비해 비교적 넓은 범위를 단시간에 간단하게 손상상태를 파악할 수 있는 기법으로 콘크리트의 공동이나 들뜸, 누수경로, 구조물의 보강을 위해 접착된 시트의 접착적정성 판정, 특히 건축물의 외벽 타일이나 모르타르의 들뜸을 조사하는데 이용하고 있으나 환경 및 기타 제약조건에 따른 신뢰성에 문제가 남아있는 실정이다.

1.2 연구목적

본 연구에서는 건축물 외벽타일이 본구체와 접착이 불량한 경우를 열적외선장비로 검출할 수 있는 한계를 평가하기 위하여 인위적으로 타일과 접착모르타르와의 사이에 공동을 깊이별로 제작하고, 이를 일사의 영향을 고려하여 일사방향, 시간대, 각도, 거리를 인자로 촬영하고, 획득된 자료를 비교분석 하였다.

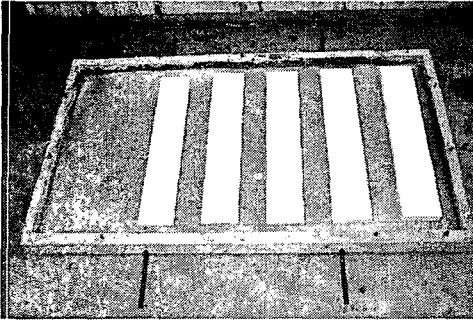
* 정회원, 한국시설안전기술공단, 공학박사,

2. 시험개요

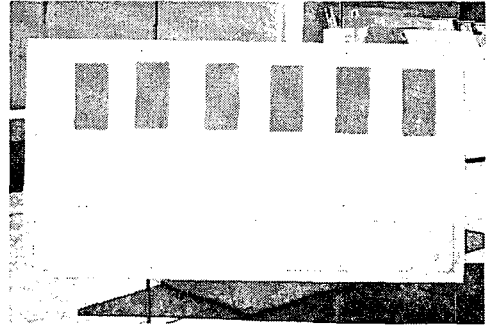
2.1 시험방법

2.1.1 시험체 제작

바탕콘크리트 구체(115×63cm)를 제작하고, 인위적 공동을 타일 밑의 깊이 5, 10, 15, 20, 25mm에 스티로폼을 이용하여 <사진 1>과 같이 설치한 후, 모르타르를 채운 후 표면에 2종류의 타일을 부착하였다. <사진 2>는 완성된 시험체를 나타낸 것이다.



<사진 1> 인위공동 제작



<사진 2> 완성된 타일바리시험체

2.1.2 촬영방법

열적외선 촬영은 시험체의 설치방향별, 일사량을 고려한 시간대별, 시험체 대상 각도별, 대상면 종류별로 실시하였다. 촬영당시의 일기는 맑았으며, 기온은 대체적으로 15~27℃의 분포를 나타내었다.

(1) 시험체의 설치방향 및 시간대별

시험체가 위치한 방향에 따른 시험체의 열변화를 평가하기 위하여 시험체의 정면이 남쪽과 북쪽을 향하도록 설치하고 촬영하였다. 또한 시험체가 받는 일사량에 따른 영향을 평가하기 위하여 06시, 09시, 12시, 14시, 16시, 18시, 21시 24시에 각각 촬영하였다.

(2) 시험체 표면 종류별

시험체 표면은 모르타르와 색상이 다른 2종류의 타일을 부착한 경우를 대상으로 촬영 하였다.

(3) 촬영 거리 및 각도별

시험체를 대상으로 열적외선 촬영 거리의 영향을 평가하기 위하여 대상면에서 3m, 5m, 10m 떨어진 위치에서 촬영하였으며, 각도의 영향을 평가하기 위하여 정면인 경우를 0°로 하여 15°, 30°, 45°, 60°로 각각 촬영하였다.

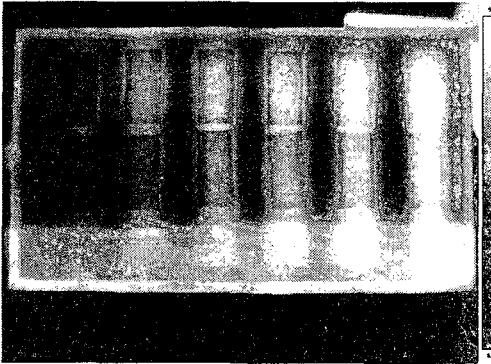
3. 시험결과

3.1 방향 및 시간대별 영향

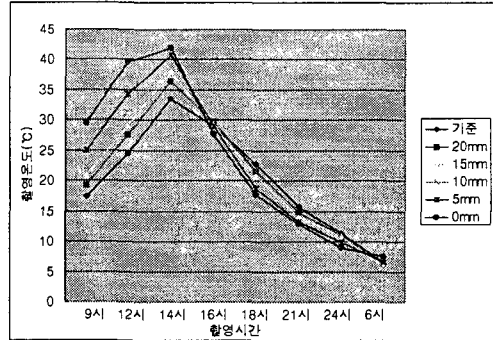
(1) 남쪽의 경우

일사를 받는 남쪽의 경우 촬영한 영상의 일례는 <사진 1>과 같고, 이를 분석한 결과는 <표 1>에 나타낸 바와 같다. 이를 분석하면 기준면과 온도차가 5% 이상 발생될 때 결함으로 인정하면 9~14시에 촬영한 경우는 공동이 타일 밑 20mm에 위치한 경우까지, 18시 경우 15mm까지, 24시 경우 10mm까지 탐사가 각각 가능한 것으로 나타났다. 또한 공동이 타일과 가까운 경우가 깊은 경우에

비해 시간대별 온도차이가 현저한 것으로 나타나 표면에 결함이 가까울수록 결함탐사에 유리한 것으로 평가되었다. 모르타르의 경우도 타일의 경우와 유사한 경향을 나타내었다.



<사진 3> 오전 9시 남쪽 열영상(예)



<그림 1> 공동과의 이격깊이별 온도분포

(2) 북쪽의 경우

일사를 받지 않는 북쪽의 경우 대상면이 기준면과 온도차가 5% 이상 발생되면 결함으로 인정하면 9시에 촬영한 경우는 공동이 타일 밑 5mm에 위치한 경우까지, 12시 경우 20mm까지 탐사가 가능하지만, 기타 시간대에서는 결함탐사가 곤란한 것으로 나타났다. 모르타르의 경우도 타일의 경우와 유사한 경향을 나타내었다.

(3) 타일 표면색의 영향

타일의 표면색에 대한 영향을 평가하기 위하여 청색과 백색계통의 타일을 대상으로 열영상을 촬영을 실시하였다. 이를 분석하여 보면 일사를 받고 있는 시간대에는 청색타일이 백색타일보다 높은 온도차이를 보이고 있어, 타일면 색상이 반사 및 방사와 상관성이 있는 것으로 평가되었다.

3.2 측정거리별 영향

열온도의 측정거리별 영향을 평가하기 위하여 대상면에서 3m, 5m, 10m 떨어져 촬영을 실시하였으며, 결과는 <표 1>에 나타난 바와 같다. 거리별 평가를 위하여 타일의 윗줄 최좌측(1번)과 최우측 타일(6번)의 온도를 각각 평균하여 비교분석하였다.

<표 1> 촬영거리별 온도영향

측정거리	1번 타일 평균온도		6번 타일 평균온도	
	측정온도 (℃)	상대값(%) (x/3m시 온도)	측정온도 (℃)	상대값(%) (x/3m시 온도)
3m	32.9	100	39.3	100
5m	33.0	100	39.6	101
10m	32.3	98	38.8	98

* x는 측정거리별 온도값

이를 분석하여 보면 3m 떨어져 촬영한 온도를 기준으로 촬영거리 5m인 경우는 약 1%, 10m인 경우는 약 2%정도의 온도차이를 나타내어 촬영거리가 측정온도에 영향을 미치고 있는 것으로 평가되었다.

3.3 촬영각도별 영향

촬영각도별 온도변화를 확인하기 위하여 정면, 15°, 30°, 45°, 60° 각도로 각각 촬영하였으며, 이를 평가하기 위하여 윗줄타일의 최좌측(1번)과 최우측 타일(6번)을 대상으로 각각 평균온도를 기준값으로 비교하였다. 다음 <표 2>은 촬영각도별 온도의 변화를 나타낸 것이다.

<표 2> 촬영각도별 온도영향

구 분	최좌측 타일 평균온도		최우측 타일 평균온도	
	측정온도 (°C)	상대값(%) (x/0°시 온도)	측정온도 (°C)	상대값(%) (x/ 0°시 온도)
0°	32.9	100	37.9	100
15°	32.9	100	37.9	100
30°	32.9	100	38.1	100
45°	33.4	101	38.4	101
60°	34.2	104	40.3	106

* x는 촬영각도별 측정온도

이를 분석하여 보면, 정면에서 15° 및 30°의 각도로 촬영한 경우는 정면을 촬영한 결과와 동일하였으나, 45° 촬영한 경우 1%, 60° 촬영한 경우는 4~6%의 오차를 보이고 있어 향후 현장에서 열적외선카메라에 의한 결함조사시 가능한 한 수평각 45° 이내로 제한해야 할 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구에서는 건물의 외벽타일의 결함조사시 정도를 향상하기 위한 기초시험으로 타일박리시험체를 대상으로 일사방향, 촬영시간대별, 촬영각도별, 촬영거리별, 타일종류별 타일박리 검출한계를 검토하였다. 일사를 받는 방향에서는 박리깊이 20mm 까지 검출이 가능한 반면, 일사를 받지 않는 곳에서는 검출이 다소 어려웠다. 한편 타일의 색이 어두운 경우가 밝은 경우 보다 검출하기 용이한 것으로 나타났고, 수평촬영각도 45°를 초과하면 획득자료에 신뢰성이 저하되는 것으로 나타났으며, 촬영거리 10m이상에서 약2%정도의 영향이 반영되는 것으로 평가되었다.

향후 써모그래피법의 신뢰성을 높이기 위해서는 다양한 조건을 고려한 시험과 이를 분석하는 분석기술이 뒷따라야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 한국시설안전기술공단, 열적외선 장비를 활용한 건축물 진단기법, 2004
2. 한국시설안전기술공단, 콘크리트 및 강재 비파괴시험 평가·검증방안 연구, 2002
2. (주)일본컨스텍사, 적외선진단법의 실무·최신기술, 1994
4. (주)일본비파괴검사협회편, 콘크리트구조물의 비파괴시험법, 1994
5. 오광진 외, 한국콘크리트학회, 콘크리트 진단 및 유지관리, 2003
6. 小林一輔 외, 森北出版(株), 콘크리트구조물 비파괴 검사, 1990