

상업용 건물에서 에너지 손실 점검 시 꼭 살펴봐야 할 다섯 가지 장소

어플리케이션 노트

에너지 손실은 대부분 실제로 온도와 관련되어 있습니다. 건물에서 온기 또는 냉기 누출은 명백한 에너지 손실에 해당합니다. 공조 설비를 가동하는 데 에너지가 소모되고, 누출로 인해

온기나 냉기가 소실되면 그만큼의 에너지를 낭비한 셈이 됩니다. 그러나 다른 많은 시스템과 다양한 장비 역시 열이라는 관점에서 볼 때 낭비되는 노력과 에너지를 잘 보여줍니다.

물체에서 반사되는 가시광선의 영상을 캡처하는 일반 디지털 카메라와는 달리, 열화상카메라는 적외선 에너지 또는 열을 측정하여 영상을 생성합니다. 그런 다음, 카메라에서 측정한 온도 차이를 바탕으로 색상을 할당합니다.

대부분의 사람들은 약간의 훈련만으로도 바로 비정상적인 온도를 식별할 수 있습니다.

일반적으로 열화상 카메라를 이용한 이런 온도 스캔을 통해 최대 15%의 에너지 절약 기회를 찾아낼 수 있고, 수리에 투자할 비용 수준은 제각기 다릅니다. 열화상 전문가들은 건물 소유자, 건물 관리자 및/또는 설비 기술자가 다음과 같은 시스템을 검사하여 에너지 손실 상태를 변화의 정도를 파악할 수 있습니다.

시스템에 대한 실무 지식을 이미 충분히 보유하고 있고 카메라에 나타나는 온도 변화를 올바르게 해석할 수 있는 사람이 이 기술을 사용할 때 가장 효과적입니다.

정도로 매우 작을 수도 있다는 점을 확실히 인식하는 것입니다. 따라서 최상의 스캔 시점은 건물 내부에 난방이나 냉방을 하는 계절입니다. 이런 계절에는 실외 온도가 실내 온도보다 10°C 이상 높거나 낮기 때문입니다.* 이와 비슷하게, 열 부하 또는 잠재적 문제를 감추거나 왜곡할 수 있는 기타 환경 요인에도 주의해야 합니다. 예를 들어, 외벽에 햇빛이 비칠 때는 외벽을 스캔 하지 마십시오. 지붕 스캔 작업 수행 시에는 지붕이 건조하고 물이나 얼음이 없는지 확인합니다. 땅거미가 내린 후 청명하고 바람이 없는 저녁이나 새벽이 오기 전과 같이 지붕 자체의 온도 차이가 클 때 검사를 수행하는 것이 최상입니다. (일부 지붕은 열화상 카메라를 사용해도 효과적으로 검사하지 못할 수도 있다는 점에 주의하십시오.)

스캔 대상

- 지붕: 지붕 단열재가 젖은 경우 R 등급에 적합하지 않습니다. 지붕 표면을 스캔하고 온도 차이를 따라가면서 조화 공기가 출입할 가능성이 있는 영역을 찾아냅니다.

주: 지붕 전체를 교체하는 것보다 문제가 있는 부분만 찾아내어 수리하는 것이 비용이 덜 들고, 오래된 지붕은 그 내용물 때문에 폐기 처분하는 것도 만만찮은 일이 될 때가 많습니다.



보일러를 사용하는 시설이라면 스팀 라인을 스캔하여 누출, 막힘, 고장 난 트랩이 있는지 확인합니다.

- 조화 공기가 공급되는 공간과 공급되지 않는 공간 사이의 벽(외벽 포함): 조화 공기가 공급되는 공간의 상단과 하단을 집중적으로 조사하고 단열재가 없거나 젖은 곳이 표시되는지도 잘 살펴봅니다.

- 시공 이음매와 연결부: 예를 들어, 옥외로 뻗어 있는 바닥판에서는 바닥판을 통한 전도로 인해 난방 또는 냉방 손실이 곧잘 발생합니다.

- 건물 외피의 관통 부분(파이프, 도관, 굴뚝 등): 지붕과 벽의 관통부 주변에는 단열되지 않는 간극이 있는 경우가 많습니다.

- 문틀 및 창틀과 밀폐: 문과 창문의 치수가 정확히 맞지 않아 누출이 발생하는 곳을 찾되, 지붕 누출 부위와 같은 주요 손실 지점에 대해 부분적으로 수리하는 것이 대체로 문과 창문의 씰링을 고정하는 것보다 더 빨리 효과를 볼 수 있다는 점을 명심하십시오.

예상 절약 효과:

미 에너지국에서는 건물 외피에 대한 에너지 감사에서 밝혀낸 사실을 끝까지 추적 조사한 결과, 대부분의 시설에서 15% 이상의 에너지 비용 절감 효과를 거두는 것으로 추정합니다.

HVAC 시스템

보통 어떤 시설 내부에서는 HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning, 냉난방공조) 시스템이 에너지를 가장 많이 소비하는 장비 중 하나입니다.

스캔 대상:

- 배관과 통풍 장치. 최고 등급의 HVAC 시스템이라도 덕트 계통을 올바르게 밀폐하지 않으면 에너지가 낭비됩니다. 적외선 기술을 사용하면 덕트 내부 공기 손실 또는 이득의 온도 변화 패턴을 볼 수 있고, 통풍 장치를 모니터링하여 난방 또는 냉방 출력이 최적인지 확인할 수도 있습니다.
- 팬과 블로어. 팬 및 블로어와 같은 기계 요소는 물론 모터로 구동됩니다. 모터에서 살펴볼 사항에 대한 자세한 내용은 아래의 "모터와 발전기"를 참조하십시오.

팬과 블로어의 경우, 기계적 불균형이 생긴다면 베어링과 기타 구성 부품이 과열되었음을 나타냅니다. 이런 시스템의 열화상을 통해 모터와 팬 사이의 커플링에서 발생하는 축의 오정렬을 식별할 수도 있습니다.

- 전기 배선. 배선에 느슨하거나 부식된 부분이 있으면 저항이 증가하여 과열의 원인이 됩니다.

예상 절약 효과:

연구 결과에 따르면, 일정 공기량 유지 시스템이 있는 상업용 건물에서는 공기 누출로 인한 에너지 손실이 33%나 되는 경우도 심심치 않게 볼 수 있다고 합니다. 또한, 전도 손실로 인한 급기 온도 차이가 6° C(10.8° F) 이상 날 수 있다는 연구 결과도 있습니다.¹ 따라서 덕트 씰링과 단열 시공으로 상당한 절약 효과를 거둘 수 있습니다.

모터와 발전기

어떤 시설에서든 전기 모터는 에너지를 가장 많이 소비하는 장치 중 하나입니다. 과열이 발생하거나 오작동하는 모터나 발전기가 있다면 이는 곧 기계 또는 전기적 비효율을 의미하고, 결국 에너지 사용량 증가와 장비 파손으로 이어집니다. 어떤 점에서 발전기는 "리버스 모터"라 할 수 있으므로, 이 두 종류의 장치에 대한 진단 방법은 비슷합니다.

스캔 대상:

- 기류. 팬 냉각식 모터에서는 기류 제한이 전체 하우징의 온도 상승으로 드러나는 일반적인 과열의 원인이 됩니다.
- 전기적 불균형. 개폐 장치의 고 저항 연결, 분리 또는 모터 접속함과 같은 일반적인 원인은 보통 적외선 검사를 통해 정확히 파악할 수 있고 멀티미터, 클램프 미터 또는 전력 품질 분석기를 사용하여 확인할 수 있습니다.

- 베어링. 열화상에 베어링 하우징이 비정상적인 고온 상태로 나타나는 경우, 베어링 윤활이나 교체가 필요하다는 의미입니다.

- 단열. 권선 부분과 연관된 영역에서 정상적인 하우징 온도보다 높은 곳이 있는지 살펴봅니다.

- 전기 배선. HVAC 시스템의 전기 배선과 마찬가지로, 배선이 느슨하거나 부식되어 저항 증가의 원인이 되는 곳이 있는지 찾아봅니다.

예상 절약 효과:

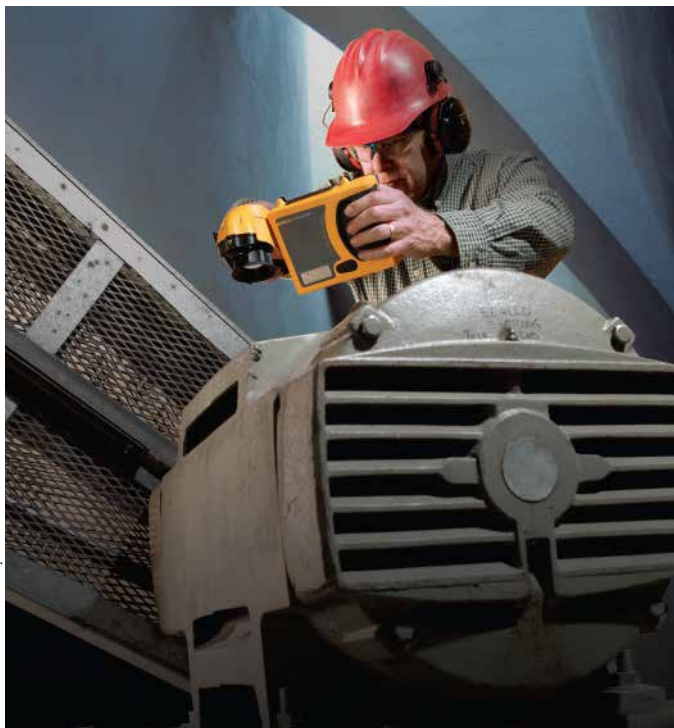
모터와 발전기에 특정한 에너지 손실은 보통 장치의 고장보다는 그 결과가 될 심각합니다. 모터 또는 발전기 고장이 미치는 영향은 해당 기업과 시스템의 본질에 따라 다를 것입니다.

그렇긴 하지만, 모터 에너지 비용 지출을 절감하는 두 가지 최선의 방법은 다음과 같습니다.

1. 모터를 잘 유지보수하고 최대 효율로 작동하는 상태로 유지할 것
2. 모터의 크기를 적절히 정하고 일정한 속도로 작동할 것

일정 기간 동안 이 두 가지 원칙을 지키면 점진적으로 에너지 절약 효과를 거두게 될 것이며, 그 이후에 절약한 비용을 모터 제어 장치에 재투자하면 에너지 사용량을 대폭 줄일 수 있습니다.

회전 장비의 구성 부품, 특히 베어링과 축을 스캔합니다. 온도 측정에 방해가 될 수 있는 광택 금속에 주의하십시오.



스팀 난방 시스템

오늘날, 스팀 시스템은 상업 시설보다는 공업 시설에서 더 흔하게 사용되지만, 일부 상업용 건물에서는 여전히 중앙 난방의 목적으로 스팀 시스템을 사용합니다.

검사할 장소와 찾아낼 사항:

- 스팀 트랩, 열화상 및 초음파 테스트를 모두 실시하여 트랩을 점검합니다. 트랩과 트랩 구성에 따라 둘 중 더 적합하고 효과적인 기술이 있기 때문입니다.
- 라디에이터 코일, HVAC 덕트 검사와 같은 방법으로 누출되는 곳이 있는지 점검합니다.
- 스팀 라인 및 밸브, 누출 및 막힘이 발생한 분명한 흔적이 있는지 찾아보고 당연히 닫혀 있어야 할 밸브에서 누출이 발생하는지 살펴봅니다.
- 콘덴서, 외부 공기 누출로 콘덴서의 진공이 감소하여 효율 저하가 발생하는 곳이 있는지 찾습니다.

예상 절약 효과:

100psig 압력의 스팀 시스템에서, 중간 크기의 트랩이 열리지 않으면 매년 약 3,000달러가 낭비되는 결과를 낳습니다.

보일러

보일러는 물론 스팀 및 온수 난방 시스템의 핵심입니다.

스캔 대상:

- 내화 물질, 열화상을 통해 내화성 라이닝의 상태를 사용 중에도 모니터링 할 수 있습니다.
- 외부 공기 누출, 이 조건은 열화상 카메라 이외의 진단 장비로는 정확히 파악하기 어려우며, 그대로 방치하면 상당히 큰 비효율로 이어질 수 있습니다.
- 보일러 케이스 단열, 단열재가 손상되어 열 손실이 발생하는 곳이 있는지 살펴봅니다.
- 팬 모터, 다른 용도로 사용되는 모터와 마찬가지로, 기류에 방해가 되는 지점, 전기적 불균형, 과열된 베어링, 단열재 파손 부위 등이 있는지 점검합니다.



비정상적으로 고온인 전기 연결부가 있다는 것은 고장 및 안전 사고 위험의 조기 경고일 뿐 아니라, 과도하게 많은 에너지를 소비하고 있음을 나타내주는 지표이기도 합니다.

- 펌프, 팬 및 모터 결함과 마찬가지로, 고온의 베어링이나 누출되는 밀폐 부위가 있는지 찾아봅니다.
- 밸브, 열화상을 통해 명목상으로는 열려 있지만 실제로는 막힌 밸브와 명목상으로는 닫혀 있지만 누출되는 밸브를 식별할 수 있습니다.
- 전기 배선, 다른 종류의 시스템과 마찬가지로, 배선이 느슨하거나 부식되어 저항 증가의 원인이 되는 곳이 있는지 찾아봅니다.

예상 절약 효과:

연료 유형에 따라 다르긴 하지만, 보일러에서는 복사 및 대류 손실뿐 아니라 통풍 저항과 관련된 주요 에너지 손실이 대체로 투입 연료의 10-20%에 이릅니다. 단열재와 보일러 이코노마이저를 사용하여 이런 손실을 줄일 수 있습니다.²

전기 시스템

전기 시스템이 실제로 돈 낭비의 원인이 될 수 있다는 사실을 모르는 사람이 많습니다. 노후화 등의 원인으로 전기 시스템 구성 부품의 성능이 저하되고 저항이 증가함에 따라 점점 더 많은 에너지가 낭비되기 시작합니다.

스캔 대상:

- 배전반, 회로에 불균형 요소가 있는지 점검하고 차단기, 접점, 퓨즈 클립, 버스 등의 연결부가 느슨하거나 부식된 곳이 있는지 확인합니다.
- 변압기, 고전압 및 저전압 부싱 연결부, 냉각 튜브 및 냉각 팬/펌프를 모니터링합니다. 과열된 연결부, 비교적 저온의 냉각 튜브 및 고온 또는 저온의 펌프가 있는지 살펴봅니다. 변압기 레그 중 하나의 온도가 다른 레그보다 훨씬 높은 경우 그 레그가 고장일 수 있다는 점에 주의하십시오.

- 조명 제어 회로, 퓨즈, 스위치 및 설비의 모든 전선 접속 및 연결 부분을 점검합니다. 열화상을 사용하여 저전압 제어 회로를 모니터링할 수 있다는 점도 참고하십시오.

예상 절약 효과:

몇몇 추정치에 따르면, 미국에서 조명 기구를 밝히는 데 사용되는 전기가 전체 전기 사용량의 약 20%를 차지하고, 특히 사무실, 상점 및 기타 상업용 건물에서는 그 비중이 40% 이상이라고 합니다. 조명 시스템을 에너지 효율을 고려한 최신 시스템으로 완전히 개장하면 경이적인 투자 수익이 창출되겠지만, 조명 제어 장치(시간 기록계, 광 센서, 점유 상태 감지기 등)의 올바른 작동 상태만 잘 유지해도 에너지 절약에 도움이 됩니다.

결론

열화상 카메라의 가격이 현재와 같은 가격대까지 떨어진 덕분에, 대부분의 시설에서는 카메라 구입 후 6개월 이내에 에너지 절약을 통해 투자 자금을 회수할 수 있습니다. 게다가 이 글에서 지적한 바와 같이, 정기적인 유지보수 작업에도 이 기술을 적용하면 유지보수 직원이 값비싼 대가를 치를 수도 있는 전기/기계 관련 고장을 미리 식별하여 이를 예방하는 데 도움이 될 뿐 아니라, 이 기술로 얻을 수 있는 모든 종류의 효율 증대 효과를 누릴 수 있습니다.

¹예를 들어, Lawrence Berkeley National Laboratory의 연구자들이 작성한 "Duct system performance and energy losses in large commercial buildings(대형 상업용 건물의 덕트 시스템 성능 및 에너지 손실)"라는 백서(<http://eetd.lbl.gov/IE/pdf/LBNL-44221.pdf>)를 참조하십시오.

²이 정보는 캐나다 에너지효율본부(Canadian Office of Energy Efficiency, <http://oee.nrcan.gc.ca/english/index.cfm?attr=24>)에서 제공한 정보입니다.

*ASTM 건물 표준 C 1060-90 부록 X2.2(골조 건물의 외피 공동에 설치된 단열재에 대한 표준 열화상 검사 방법)에 골조 건축물의 적외선 검사는 (검사 전 4시간 이상 동안) 최소 10°C 이상의 온도 차이가 나는 조건에서 실시하는 것이 좋다고 되어 있습니다. ISO 6781 5.1a(단열-건물 외피에서 불규칙한 온도 분포의 정성적 검출-적외선 방법)에는 검사를 시작하기 전 24시간 이상 동안, 그리고 검사 도중에 건물 외피 내외부의 기온 차이가 10°C 이상 되어야 하는 것으로 기술되어 있습니다.

Fluke. *Keeping your world up and running.®*

Fluke Corporation
PO Box 9090, Everett, WA 98206

Fluke Korea
서울시 강남구 테헤란로 507, 12층(삼성동, 일송빌딩)

(주)한국플루크 **Fluke Korea**
Tel: 02.539.6311 Fax: 02.539.6331

대구지사
Tel: 053.382.6311 Fax: 053.382.6331
www.fluke.co.kr

©2012 **Fluke Corporation**
시양이 예고없이 변경될 수 있습니다.

Fluke Corporation의 서면 동의 없이, 이 문서를 수정할 수 없습니다.