

무 구속·구속 실험에 의한 환풍기 온도 및 발화 특성

김성삼
경남대학교

본 논문에서는 과부하, 과열에 의한 환풍기 동작 특성을 분석하기 위해 노후, 외부 이물질에 의한 날개의 강제 구속을 상정한 환풍기 내부 3개소의 온도 및 발화 특성을 실험적인 방법으로 분석하였다. 환풍기 신품 조건에서 날개 구속에 의한 실험 결과 온도퓨즈 용단으로 과열에 의한 변형이나 발화 위험의 징조는 발견하지 못하였으며 향후 노후 및 오염, 절연불량 등 추가적인 요인을 고려한 발화 위험의 실험이 필요하다고 사료된다.

1. 서론

일반적으로 환풍기에 의한 화재는 전동기 내부 코일의 층간 절연파괴에 의한 화재발생이 가장 높다. 절연파괴는 제품의 절연불량에 의해서도 발생할 수 있지만 장시간 사용으로 열적, 전기적, 환경적, 기계적 요인 등에 의하여 절연물이 열분해, 산화, 뒤튐림 등의 물리화학적 반응을 일으켜 특성이 저하되어 모터 내부 코일의 절연이 서서히 파괴되어 층간 단락이 진행되면서 화재로 진행된다.¹⁾ 전기화재의 다양한 요인 중 본 연구에서는 과부하, 과열에 의한 환풍기 동작 특성을 분석하기 위해 노후, 외부 이물질에 의한 환풍기 날개의 강제 구속을 상정한 온도 및 발화 특성을 실험적인 방법으로 분석하였다.

2. 실험방법

환풍기 날개의 구속, 무 구속 조건에 의한 온도 및 발화특성 실험 시 온도 측정은 열전대 (K-type)를 환풍기 내부 3개소(온도퓨즈, 권선 위, 모터 내부)에 고정 후 데이터 수집 장치(Data Acquisition, Agilent 34970A)를 사용하여 측정하였다. 실험은 상온 18℃, 습도 40%조건에서 수행하였으며, 사용된 환풍기 모델은 EKS-200SAP(한일전기(주)), 220V/60Hz, 배기전용, 절연종류 E종, 정격 37W의 제품으로 과열을 감지하여 회로를 차단하는 온도퓨즈의 정격은 150℃ 2A였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 무 구속 실험

표 1은 무 구속 실험 조건 가동 전, 후 온도 측정 결과를 비교한 것으로 가동 전 초기 온도 조건은 세 개소 모두 약 16℃이었다. 2시간여 가동 후 측정 결과 수치적인 온도 상승 값은 온도퓨즈, 모터 내부, 권선 위 순으로 높게 나타났으며, 온도차는 온도퓨즈-권선 위 구간이 약 14℃로 가장 높게 측정되었다. 권선 위 부분의 높은 온도 검출은 넓은 권선 표면적의 발열에 의한 것으로 추정되며, 온도퓨즈 부분의 낮은 온도는 절연전선과 권선 소선 간 접촉이 내열성과 절연성이 우수한 실리코넨글라스튜브 내 이루어지기 때문인 것으로 판단된다.

Table 1. Result of temperature in nonrestraint experiment

구분	온도퓨즈 온도	모터 내부 온도	권선 위 온도
초기온도(가동 전)	16.71	16.90	16.89
최고온도(2h 가동 후)	68.28	72.42	82.01

환풍기 가동 약 15분 이내 온도퓨즈 온도는 50℃까지 급격히 상승하였고, 약 27분경 60℃까지 도달하였다. 무 구속 실험에서 대표적인 2개소(온도퓨즈, 권선 위)의 평균온도상승률은 각각 0.1%, 최대온도상승률은 온도퓨즈 2%, 권선 위 구간은 10%를 나타내었다.

3.2 구속 실험

표 2의 3개소 구속 실험의 초기온도는 무 구속 실험 정지 약 30분후 온도 조건이다. 구속 실험결과 최고온도는 권선 위 온도 157.21℃로서 온도퓨즈가 용단된 141.47℃를 기준으로 나타냈으며, 온도차는 온도퓨즈-권선 위 구간이 약 16℃로 가장 높게 측정되었다.

Table 2. Result of temperature in restraint experiment

구분	온도퓨즈 온도	모터 내부 온도	권선 위 온도
초기온도	63.92	68.20	77.25
최고온도	141.47	149.10	157.21

구속 실험에서 대표적인 2개소(온도퓨즈, 권선 위)의 평균온도상승률은 각각 0.2%, 최대온도상승률은 온도퓨즈 1.2%, 권선 위 구간은 1.6%를 나타내었다. 구속 실험 중 E종 절연종류의 최고 허용 온도인 120℃를 초과함으로써 에나멜 타는 냄새가 발생하였지만, 온도퓨즈가 동작 후 점검 결과 모터 권선의 절연은 이상이 없었다. 따라서 정격전압(220V) 및 환풍기 신품 조건에서 날개 구속에 의한 실험 결과 과열 시 온도퓨즈 용단으로 변형이나 발화 위험의 징조는 발견하지 못하였다.

3. 결 론

본 연구에서는 과부하, 과열에 의한 환풍기 동작 특성을 분석하기 위해 노후, 외부 이물질에 의한 환풍기 날개의 강제 구속을 상정한 온도 및 발화 특성을 실험적인 방법으로 분석한 결과 주요 결론은 다음과 같다.

- 1) 환풍기 내부 3개소에서 온도 분포는 온도퓨즈, 모터 내부, 권선 위 순 으로 높은 값을 나타내었다.
- 2) 구속 실험 중 에나멜 타는 냄새가 발생하였지만, 온도퓨즈 동작 후 점검 결과 모터 권선의 절연은 이상이 없었다.
- 3) 정격전압(220V) 및 환풍기 신품 조건에서 날개 단순 구속에 의한 실험 결과 온도퓨즈 용단으로 과열에 의한 변형이나 발화 위험의 징조는 발견하지 못하였다. 향후 노후 및 오염, 절연불량 등 추가적인 요인을 고려한 발화 위험의 실험이 필요하다고 사료된다.

참고문헌

1. H. S. Kim, et al., "The Analysis of the Fire Hazard According to Layer Short-Circuit of Motor Winding for the Fan", KIFI Annual Conference, pp.135-139(2000).