

기계설비 하자사례와 개선방안 연구(I)

안 장 성

현대건설주식회사 건축사업본부

A Case study on Improve of HVAC Works(I)

Jang-Sung An*

Division of Building Works

Hyundai Engineering & Construction Co., Ltd., Seoul, Korea

ABSTRACT:

The purpose of this study to improve quality control and prevent repeated error.

Key words: 공조기 Damper, 냉각탑, 수증펌프

1. 서 론

한국종합건설기계설비협회의에서 설비기술력의 발전과 더불어 국내주요건설사의 시공오류 발생 사례와 개선사례를 광범위하게 수집하여 시공개선 사례연구와 요소별 기술력향상, 고객불만 해소에 대한 공감을 형성하여 현장시공실무 가이드의 역할을 할 수 있는 자료를 만들어 보다 쉽고 상세하게 접근 할 수 있도록 하였으며, 업계에 유용한 자료를 공유하여 품질관리향상과 동일공사 수행시 반복 될 수 있는 오류가 발생되지 않

도록 하는데 의미를 두고자 한다.

2. 하자사례 현황

2.1 유형분석

점차 입주자들의 설비시설에 대한 기대와 요구 증가가 커짐에 기계설비 시설의 중요성이 한층 높아지고 있으며, 공사비 증가와 설비의 다양성, 품질 고급화에 따른 입주자의 품질을 대한 이해와 안목은 수준이 더욱 높아지고 있는 것이 현실이다. 과거 단순한 기능적 역할과 수단에 불과하던 설비는 정교하고 시스템화하여 모든 공간이 보다 편의적으로 쾌적한 환경으로 바뀌고 있다. 이에 따라 하자발생시 단편적이던 문제가 조금더

† Corresponding author

Tel.: +82-2-746-2623; fax: +82-2-746-2060

E-mail address: cajs@hdec.co.kr

다양하고 복합적인 문제로 발전되었으며, 민원이라는 집단의 목소리로 커지고 있는 것이 현실이다. 이러한 복합적인 문제에 대한 원인을 함께 해결하고 공유하므로 효과적인 해결방안을 도출하고자 유형분석과 하자비율에 대한 분석을 하고자 한다.

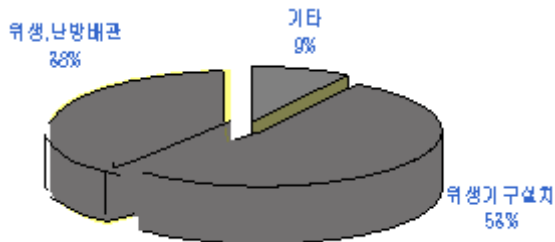


Fig. 1 공동주택 하자유형

하자발생은 형태별로는 공동주택의 공공건축으로 분류할 수 있으며 공동주택의 경우 주요하자는 위생기구 및 난방배관의 하자가 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타나고 있으며, 공공시설의 경우 냉난방 불균형 및 설계기준과 실생활 만족감 차이에서 오는 민감성이 많은 비중을 차지하고 있다. fig. 1과 fig. 2는 공동주택에 발생되고 있는 설비공사의 공종별 하자비율이며 민원이 발생하는 곳으로 보다 적극적으로 관심을 갖고 시설 마감 등에 하자를 줄여가는 관리대상이 되기도 한다.

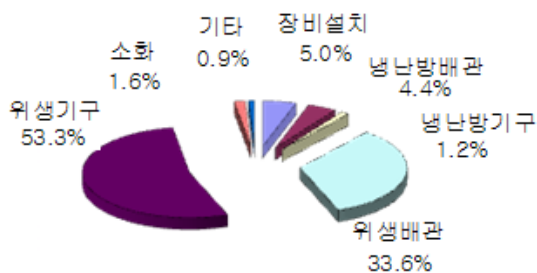


Fig. 2 주요공종별 하자비율⁽¹⁾

2.2 주요하자발생분석

계약도서의 충분한 검토와 법규적 해석 타공정간의 협의가 요구되며 자재의 발주에서 검사, 설치에 이르는 모든 과정을 면밀히 분석해야 하며

특히 유지관리적 측면에서 더욱 세심한 고려가 있어야 할 것이다. 시공초기 충분한 시간을 갖고 기술적 검토를 하는것이 하자발생을 최소화할 수 있으며 설비시공개선사례집의 제13장 부록에 설계도서 체크리스트와 기계설비공사 체크리스트가 일반건물과 공동주택으로 나뉘어 설명되어있다. 초기검토사항에는 계약과 관련된 사항이 검토대상이 된다.

- 입찰안내서, 도면, 지방서, 도급내역서 검토
- 각종 이행조건 및 공사범위
- 인허가 처리조건 및 분담금납부 검토
- 각종 검사완료 및 인계인수 검토
- 기기 장비별 전기동력형태 검토등

설계도서 체크리스트에 검토대상으로는 타공정과 관련된 검토사항에는 건축도면과 일치여부, 평면과 장비반입에 따른 위치와 크기, 우수배관의 공사구분, 매입형기구의 마감재 설치, 천장공간의 시공가능여부, 단열재료 및 두께의 정적성, 냉각탑 장애, 장비의 운전하중 및 장비기초, 유지공간과 배관배열간격, 천장재마감형태와 전등배치, 장비동력, 비상전원공급 설비반영여부, 오배수 옥외 연결배관 위치등 세부적 내용을 검토대상으로 설비공종 세분화 분류하여 에너지절약관련, 그린빌딩관련, 신재생에너지 시공에 이르기까지 총16의 항목을 선정하여 검토하게 했다.

또한 기계설비공사 체크리스트는 일반건물과 공동주택의 형태분류를 하고 일반건물에는 주요장비군으로 냉동기, 냉각탑, 보일러, 응축수탱크, 공조기, 펌프, 탱크류로 세분류하고 배관공사, 위생설비공사, 덕트공사 그리고 지열공사로 분류하였다. 공동주택에서는 설계기본계획검토, 타공정간섭, 장비류, 난방시스템, 급수급탕시스템, 오배수, 환기시스템, 가스설비, 자동제어설비, 정화조, 소화설비 및 기타시설 관련하여 검토할 수 있도록 선정 반영했다.

하자발생은 공사초기 검토사항이 미흡하여 발생하는 경우가 중대하자로 분류되고 있으며 설계도서의 미흡이나 설비담당자의 역량 부족도 중요한 요인이 될 수 있다. 본고에서는 설비시공개선 사례에 나타난 유형을 다루며 특히 기계설비 장

비에서 나타나는 하자를 중심으로 설명하고자 한다.

3. 장비설치공사 하자사례와 해결방안

3.1 공조기 Damper 기동불량 사례

○ 사례 및 문제점

동절기 공조기의 OA댐퍼를 닫아 밀폐(감시반 확인) 운전에도 불구하고 공조기 코일이 동파되는 사고가 발생하여 확인한 결과 OA댐퍼의 한쪽 부분이 일부 개방되어 있었다. 시공당시 공조기의 용량이 커서 댐퍼구동에 힘을 분산하기 위하여 분할하여 설치하였으나 링크에 전달되는 궤도 범위가 일치하지 못하여 일부 단힘, 일부열림의 상태가 되어 외부의 찬공기가 유입하여 공조기 코일이 동파되었던 사례이다.



fig. 3 댐퍼 열린상태 (축길이 2.4m이상)

○ 대책 및 해결방안

장변의 댐퍼(약 2.4m이상)일 경우 단일 구동기의 경우 구동토크가 커서 링크바를 사용하여 동력을 분산하는 경우가 있으나 이또한 정확한 동력과 궤도를 유지하기가 어렵기 때문에 분할된 댐퍼에 각각의 구동기를 설치하여 동일 접점에서 구동시켜 동파를 막는다. 실제 산업용인 경우 베어링등을 사용하여 동력을 적게 하는 경우가 있지만 건축현장에서 적용되는 경우는 적다.

○ 해설

댐퍼 토크 계산공식은

$$T = (a^2b/8n) \times \Delta p + n\tau \quad (1)$$

T : 전 토크 (kg.m)

a : 세로길이 (m)

b : 가로길이 (m)

n : 날개수 (a ÷ 150mm)

Δp: 댐퍼전후의 차압 (mmAq)

τ : 댐퍼축 1개 정토크

제조사에서 Δp: 일반적으로 5mmAq로 설계하며 τ : 0.22kg.m로 설계하고 있다. 댐퍼토크 계산에는 댐퍼사이즈 1,800 x 900의 경우 다음과 같다.

$$T = \{(1.8)^2 \times 0.9\} \div (8 \times 12) \times 5 + (12 \times 0.22) = 2.792\text{kg.m}$$

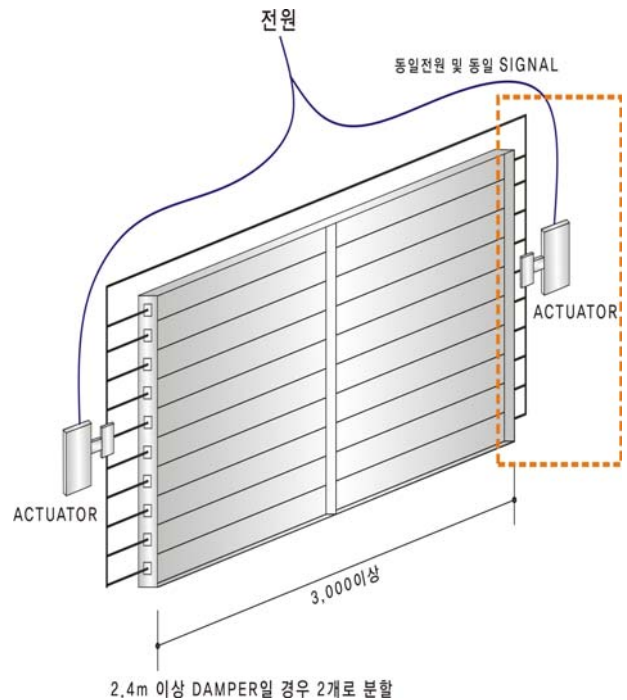


fig. 4 2대의 ACTUATOR 설치 상태

3.2 냉각탑 효율저하 사례

○ 사례 및 문제점

하절기 냉방운전이 설계온도 보다 높게 운전되어 확인결과 옥상에 설치된 배기팬의 토출공기가 냉각탑에 직접 유입되어 냉각수의 온도가 설계값 보다 높게 운전되어, 냉동기 효율저하 요인이며, 냉방저하 원인에는 장비용량부족, 설계부하부족, 과도한 열원기기 사용, 냉수 순환불량, 냉각수 냉각 효율불량 등이 주요요인으로 지적되고 있다.

fig. 5는 냉각탑 주변에 설치된 팬의 더운 공기가 직접 유입되어 냉각효율이 저하되는 경우이다.



fig. 5 배기팬의 더운공기가 냉각탑에 유입

○ 대책 및 해결방안

배기 송풍기의 토출방향을 냉각탑의 반대방향으로 향하도록하고 이격거리를 최대한 멀리하여 문제를 해결하고, 냉각탑은 배기 송풍기에서 발생하는 더운 공기의 유입만이 아니라 냉각수의 열교환을 위하여 유입되는 공기의 유입구에 장애물이 설치되어도 상기와 같은 문제가 발생되므로 각종 장애물(벽체, 기타장비 및 대구경배관 등)은 제조회사에서 규정한 충분한 이격거리를 두고 설치하여야 한다.



fig. 6 이격거리확보한 냉각탑

○ 해설

냉각탑 설치시, 냉각탑의 이격거리, 배출공기유입방지, 풍압대의 고려 등이 효율저하를 방지하기 위한 고려사항이다. 특히 재순환에 관련한 사항은 냉각탑에서 배출된 공기가 다시 냉각탑으로 흡입되어 습구온도가 상승되는 것을 말하며 이러한 현상을 재순환이라고 하며 냉각탑의 배치, 방

법, 주변환경의 영향을 많이 받는다. 재순환의 감소와 조절의 요인을 살펴보면,

- 탑의 모양 : 원통모양을 갖출 경우 바람결이 유선형으로 통과하여 후면쪽에 압력감소지점이 아주 작아져 재순환이 적어진다.
- 바람의 방향 : 바람과 맞추치는 탑면적이 작도록 해야 하며 바람의 속도와 재순환량은 비례한다.
- 공기배출속도 : 탑에서의 공기배출속도가 작으면 바람에 의해 재순환비율이 커지게 된다.
- 압송식의 경우는 배출속도가 1/3정도로 작아서(fig. 7) 재순환비율은 흡입식이 2배가 되기 쉽다.

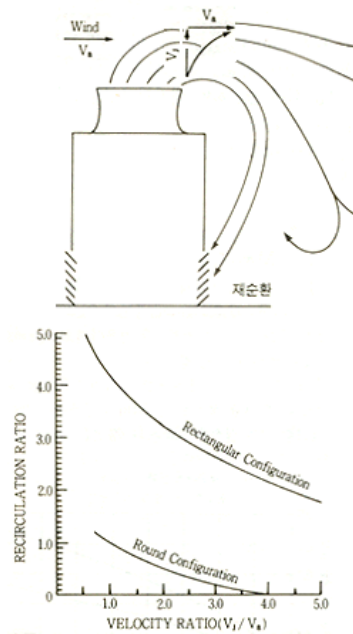


fig. 7 바람에 의한 재순환⁽²⁾

냉각탑의 배치는 바람에 의한 간섭영향이 없도록 배치되어야 하며, 저항 및 후류가 없는 횡방향 배치 간격은 냉각탑 길이 만큼을 추천하고 있다. 배치간격의 최소치 개념은 공기저항을 더 일으키지 않도록 공기흡입구 정면면적 만큼의 공기 유동의 자유면적을 확보하는 것이다. 냉각탑하부에 골조를 세워 배관 공간 및 공기유도의 면적으로 사용하면 배치간격은 더 줄일 수 있다. 또한 바람방향에 대해서는 적은 면적의 냉각탑면이 마주치게 하는 것이 좋다. 배관 및 자동제어에 따라서도 배치방법이 고려되어야 하며 냉각탑보다 높

은 주변의 구조물은 바람의 영향으로 재순환을 유발시키므로 이를 설계조건에서 보상한다.

3.3 바닥상치형 웬코일유닛 공조불량 사례

○ 사례 및 문제점

하절기 냉방운전시 웬코일유닛 커버에 결로가 발생하고 실내가 덥다고 재실자의 불평이 있어 확인결과 웬코일유닛과 커버의 이격거리가 멀고 토출구 위치가 일치하지 못하여 냉방시 찬공기가 실내로 나오지 못하고 내부에서 재순환하여 냉방효율이 저하되어 있는 사례이다.



fig. 8 웬코일유닛 토출구 불일치

○ 대책 및 해결방안

웬코일유닛 토출구의 간격을 최대한 줄이기 위해 가대 및 조절대의 높이를 조정한다. 가대높이 조절이 곤란할 경우 덕트로 연결하고, 결로방지등을 위하여 보온시공을 한다. 웬코일유닛설치시 자주발생하는 문제이므로 설치시 사전 검토를 충분히하여 떨림 등의 현상이 발생하지 않도록 한다.

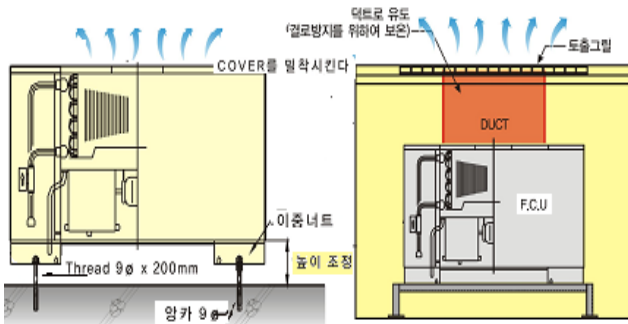


fig. 9 웬코일유닛 높이조정 및 덕트설치

○ 해설

웬코일유닛 설치전 건축평면도상의 위치를 검토하고 조정한다. 제조사의 사양을 미리 확인하여 승인후 배관스리브를 설치하고 웬코일유닛의 토출구간의 높이차이 발생시 전산볼트(9Φ×200mm ℓ)로 웬코일유닛 바닥 Frame측을 고정하고 수평되도록 설치한다.(fig. 10) 휠터점검 및 교환공간이 충분하여야 하고, 바닥형, 전면형의 구분도 필요하다. 바닥상치형의 경우 Cold Draft를 방지하기 위해 창외 하부에 설치하고, 천장매입형은 창의 반대측에 설치하고 창측으로 토출되도록 설치한다.



fig. 10 웬코일유닛 토출구 일치

웬코일유닛 토출측과 간격이 맞지 않아 재순환되지 않도록 주의하여 설치하여야 하며, 커튼 하단부가 토출구를 덮지 않도록 검토도 필요하다. 로보이 매립형의 경우 웬코일유닛의 토출측과 커버의 간격이 커서 재순환이 되지 않도록 설치에 주의한다.

3.4 수중배수펌프의 양수불량 사례

○ 사례 및 문제점

수중배수펌프가 교번 운전되고 있는 지하층이 침수되어 동력의 이상유무를 확인하였으나 전류계는 정상이고, 펌프 하부에 이물질 등으로 확인하였으나 이상이 없었다. 펌프 토출관에 설치된 체크밸브를 확인한 결과 체크밸브 내부가 녹이 발생하여 고착되어 항상 열려 양수하지 못하여 침수되었던 사례이다. 또한 펌프배선 또한 방수처리 등이 되어있지 않아 결로수등에 의한 절연

도 파괴되어 또 다른 사고를 유발할 수 있었기에 문제점을 발견하고 관리자등에게 확인시키고 안전과 관련된 조치를 포함한다.

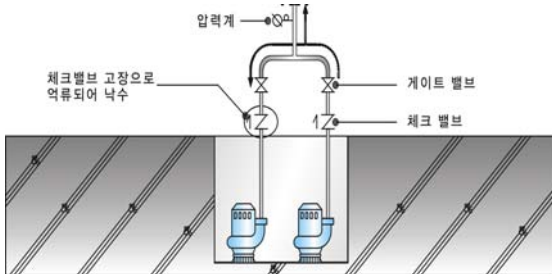


fig. 11 체크밸브 고장에 의한 침수

○ 대책 및 해결방안

체크밸브를 교체하고 압력계를 펌프측에 가까운 곳에 설치하여 체크밸브의 고장유무 발견을 용이하게 하였으며, 수중펌프는 일반펌프와 달리 가동 부분을 육안확인이 쉽지 않아 점검시기를 놓치는 경우가 많다. 침수정정도 또한 펌프의 양수불량 및 고장의 원인이 되므로 정기적으로 침수정 내부를 청소하도록 하고 유지관리 지침에 의한 방법을 재교육한다.



fig. 12 밸브교체 및 점검 방법게시

○ 해설

수중배수펌프의 경우 관리상태에 따라 침수등 재해피해를 사전에 막을 수 있기에 철저한 사전 관리가 필요하다. 침수정내에 주기적 이물질제거 및 청소가 필요하며, 임펠러가 막히거나 마모가 되어 성능이 떨어지고 결국 모터가 소손되기도 한다. 특히 발주단계에서 전기용량이나 케이블의 길이를 확인하는 것은 꼭 필요하다. 수중펌프인 경우 캡타이어 케이블을 수조 밖에서 접속하여야

하며 내장절연재가 물에 젖어 모터가 소손되는 경우가 없도록 각별한 주의가 필요하다.

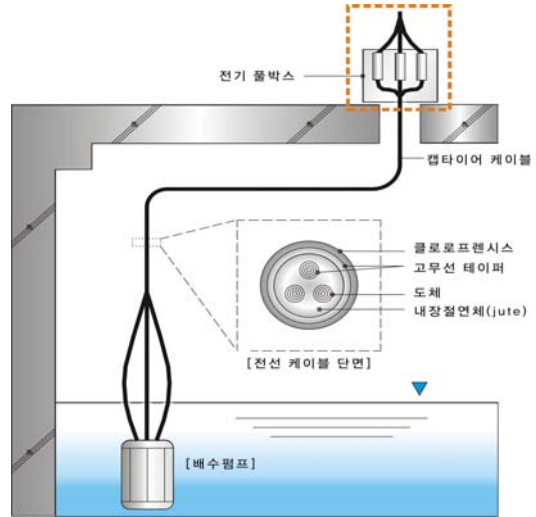


fig. 13 수중펌프 전기케이블 결선

4. 결론

본고는 설비시공개선사례에서 장비설치공사에서 가장 많이 발생할 수 있는 내용을 몇 가지 간략하게 옮겨보았다. 각사의 자료를 수집하여 정리 하면서 다양한 사례가 있다는 것을 알게 되었고, 많은 교류와 협력이 필요하다.

- (1) 하자 및 개선사례 공유
- (2) 유지관리 기술강화
- (3) 협력(Integration) 필요

이번 사례집은 제한적으로 제공된 자료를 모아 검토하였고, 설계적 측면보다는 시공에서 발생할 수 있는 내용을 중심으로 작성되어 현업에 도움이 되고자 한다.

참고 문헌

1. 현대건설주식회사, 2006, 하자사례교육자료
2. (사)한국냉동공조기술협회, 1993, 냉동공조기술 6월호, 냉각탑 선정방법, 경인기계, 소현영
3. 설비시공개선사례집 2008, 한국종합건설기계설비협회의회 발행