통신장비실의 열환경 개선방안에 관한 연구

-TDX-10, TDX-100, 5ESS-2000, PCM실 중심으로-

A Study for Improving the Thermal Environment of Telecommunication Equipment Room

-based on TDX-10, TDX-100, 5ESS-2000, PCM room-

조 춘 식* 이 승 복**
Cho, Chun-Sik Leigh, Seung-Bok

Abstract

The purpose of this study is to improve thermal environment of telecommunication equipment rooms that hold TDX-10, TDX-100, 5ESS-2000, PCM of the latest telecommunication equipment. Analysis program is used the commercial CFD code, Star-CD and DOE-2.1E. The result has been compared by the energy consumption and the temperature contour at the 1 m height of room for each case. Different methods such as the relocation of the existing air-conditioner, the inflow of the ambient air into room, the installation of the forced fan and the cooling system equipment of the duct-connection type have been used to test for improvement of thermal environment. The analysis shows that most efficient method is the inflow of the ambient air into room but auxiliary equipment should be needed to prevent the local thermal spot.

Keywords : Thermal environment, Telecommunication equipment room, CFD

1. 서 론

건물의 에너지 소비가 전체 에너지 소비에서 차지하는 비율은 약 25 %정도이며, 이중 상당 부분이 건물의 냉, 난방시의 에너지 소비로 사용되고 있다. 이에 따라 정부 주도로 빙축열 시스템, 지역열원의 이용과 같은 에너지 절약적 설비에 대한 지원 등이 이루어지고 있으며, 초에너지 절약적인 건물에 대한 연구가 진행중이나 아직 외국의 사례에 비하면 상당히 미비한 수준이다. 한편, 통신관련회사에서 통신장비 및 전송설비가 집중되어 있는 통신장비실을 보유한 건축물에서는 냉방부하가 일반[1]사무실 건물에 비해 높은 수치를 나타내며, 하절기뿐만 아니라 동절기에도 냉방부하가 발생하는 열부하 특성을 갖는다.(1-3)

따라서, 1년의 대부분을 냉방상태로 작동시켜야 하며, 이에 따른 냉방에너지 소비량 역시 일반 건물에 비해 수배 이상 증가한다. 최근의 연구자료(4-6)를 보면, 일반적인 통신실의 기기 발열량은 유효면적 1 ㎡당 약 300 ~600 W에 이르고, 새로운 통신교환기종인 경우에는 600 ~ 1,000 W 정도에 이를 것으로 예상하고 있다.

그러나 지금까지 통신장비실을 보유한 건축물의 구조 및 냉난방 설비설계에 있어 이러한 특성을 충분히 반영하지 못하고 있으며, 단지 독립적인 운전과 증설, 간편한 건축설비의 도입정도에 머무르고 있다. 또한, 통신장비의 발전으로 TDX-10, TDX-100, 5ESS-2000과 같이 높은 성능을 가진 장비들이 주로 사용되면서 실내의 기기 발열부하가 증가하여 냉방에너지 소비가 늘어나는 실정이다. 이러한 상황을 극복하고 보다 효율적인 에너지 이용을 위해서는 새로운 방안이 필요하다. 발열이 큰 교환기의 특성을 면밀히 조사, 분석하고 이에 대한 에너지 절약적인 공조 대안을 제시할 경우 전력소비에 대한 에너지 절감효과를 기대할 수 있으며, 적정한 환경유지에 따른

* 연세대학교 건축공학과 박사과정
** 연세대학교 건축공학과 부교수, 건축학박사

교환기의 수명연장과 고장 발생 확률을 줄일 수 있을 것이다.

본 연구에서는 대표적인 통신 장비인 TDX-10, TDX-100, 5ESS-2000, PCM을 보유하고 있는 통신장비실을 선정하여 현장측정 후, CFD(Computational Fluid Dynamics) 분석 및 DOE 시뮬레이션을 하였다. 이를 통해 현 상태의 열환경 및 에너지소비량을 정밀 진단하고 에너지소비를 절약할 수 있는 설비적 대안을 제안하고자 한다.

2. 기종별 표준장비실의 현황 및 운영실태조사

기종별 통신장비실의 열환경 및 에너지 소비량 조사를 위하여 G전화국내 통신장비실 1개소, B전화국내 통신장비실 3개소를 선정하여 온도 및 기류속도, 소비전력, 표면온도를 측정하였다. 측정 대상으로 선정된 통신장비실은 G전화국내 5ESS-2000 통신장비실, B전화국내 TDX-10 통신장비실, TDX-100 통신장비실, PCM전송실이며, 이러한 기종은 H통신의 주력 기종으로 이 연구에서 표준 모델로 설정하였다.

측정대상실의 수평면의 온도는 측정점 별로 바닥에서 1m와 2m 높이에서 각각 측정하였으며, 열전대(thermocouple)를 통하여 데이터로거(datalogger)로 자동 측정하였다. 항온항습기의 에너지 소비량을 측정하기 위하여 항온항습기별로 급기온도, 리턴온도, 기류속도, 전압, 전류, 역률 등을 각각 측정하였다. 총 측정기간은 2001년 8월 7일부터 2001년 9월 10일까지 약 4주간 실시하였다.

2.1 TDX-10 기종의 통신장비실

TDX-10 기종의 통신장비실은 실면적 403.6 ㎡, 천장고 3.1m/3.7m/3.8m로, 냉방설비로는: 항온항습기 5대, 패키지 에어컨 3대가 연중무휴 24시간 연속 사용되고 있었다.

그림 1. 각 항온항습기의 평균토출온도 및 측정지점별 평균온도

항온항습기의 평균토출온도 및 각 측정지점별 평균온도는 그림 1과 같다. 항온항습기의 온도분포는 대부분의 경우는 15~19℃를 나타내며 CTH-2, CTH-3의 경우는 약 22.5℃ 정도를 나타냈다. 실내온도분포는 냉방기기와 가까운 곳 및 토출구 정면에 위치한 지점은 26~27℃의 온도분포를 보이나 I, G와 같이 냉방기기에서 멀고 교환기 랙 사이에 위치한 곳은 29℃로 다소 높은 온도를 나타냈다. 이는 실 자체가 넓고 항온항습기들의 배치가 적절하지 않았으며, 제원상의 성능이 나오지 않기 때문인 것으로 판단되었다.

2.2 TDX-100 기종의 통신장비실

TDX-100 기종의 통신장비실은 실면적 220.5 ㎡, 천장고 약 4.8m로, 냉방설비로는: 항온항습기 2대가 연중무휴 24시간 연속 사용되고 있었다.

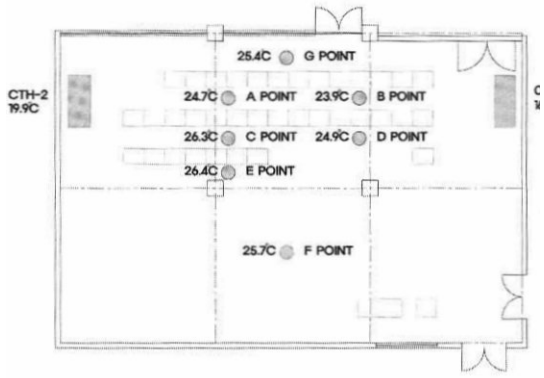


그림 2. 각 항온항습기의 평균토출온도 및 측정지점별 평균온도

각 항온항습기의 평균토출온도 및 측정지점별 평균 온도는 그림 2와 같으며, 측정지점별 평균온도는 24~26℃로 고른 온도 분포를 보이고 있었으나 토출공기에 가까이 면해 있는 A, B 지점의 온도는 다른 측정지점보다 1℃ 정도 낮게 측정되었고, 교환기의 랙 사이에 가려져 있는 C, E 지점은 다른 지점에 비해 약 2℃ 정도 높게 측정되었다.

이 실의 특징은 교환기자체가 신형이고, 수량이 많지 않았으며, 교환기의 배치는 항온항습기의 토출공기가 잘 통과될 수 있도록 되어있어 실 전체가 고른 온도 분포를 보였다. CTH-2의 토출온도는 거의 일정한 온도를 보였으나, CTH-1는 약 5℃ 정도의 변화를 보이면서 가동되고 있었다.

각 측정지점의 평균온도차는 최대 약2.5℃ 정도였으며, 측정기간 중의 온도차도 큰 변화가 없이 일정하게 유지되고 있었다. 실 전체적으로 어느 정도 안정된 온도분포를 보였다.

2.3 5ESS-2000 기종의 통신장비실

5ESS-2000 기종의 통신장비실은 실면적 210.2 ㎡로, 냉방설비는: 항온항습기 4대, 패키지에어컨 1대가 연중무휴 24시간 연속 사용되고 있었다.

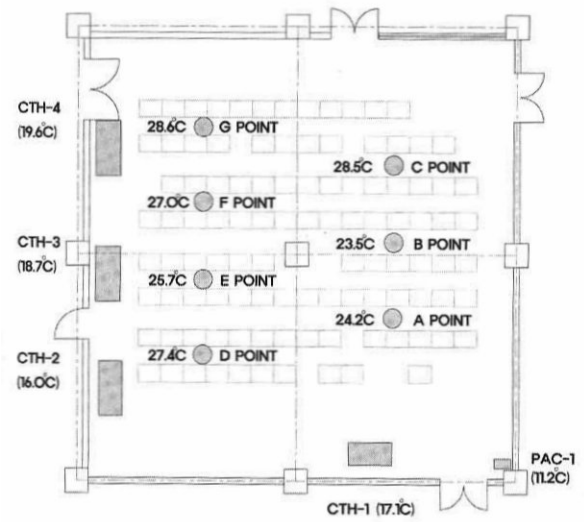


그림 3. 각 항온항습기의 평균토출온도 및 측정지점별 평균온도

각 항온항습기의 평균토출온도 및 측정지점별 평균 온도는 그림 3과 같다. 항온항습기인 CTH-1, 2, 3, 4의 토출온도는 16℃~19.6℃의 보였으며, 팩키지 에어콘(PAC-1)의 토출온도는 11℃ 전후로 측정되었다.

CTH-1에 연결된 덕트로부터 급기 공기가 토출되는 A, B 포인트는 토출공기의 집중 및 팩키지 에어콘의 찬공기의 영향으로 평균온도가 24℃ 전후로 과냉각되는 현상을 보였으나, 토출온도가 가장 높은 CTH-4 주변인 G 포인트의 평균온도는 28.6℃로 다른 측정점 보다 높게 나타나 전체적으로 불균형적인 열환경이 형성되어 있었다.

2.4 PCM 기종의 통신장비실

PCM 기종의 통신장비실은 실면적 410.6㎡, 천장고 4.6m로, 냉방설비는 패키지에어컨 3대가 연중무휴 24시간 연속 사용되고 있었다.

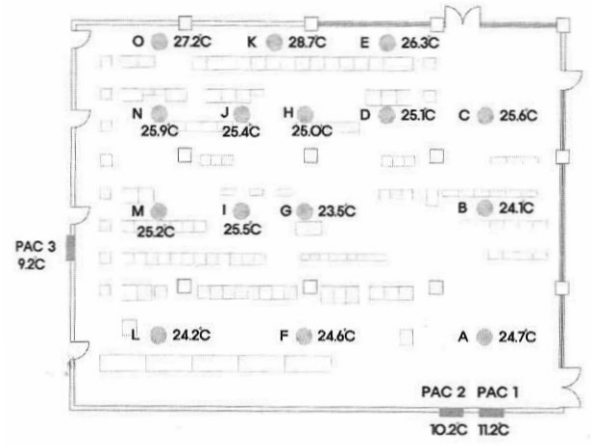


그림 4. 각 항온항습기의 평균토출온도 및 측정지점별 평균온도

그림 4는 PCM 전송실 온도 측정 결과에 따른 평균값을 도면상에 나타낸 것으로, 냉방을 위한 팩키지 에어콘의 토출온도는 항온항습기와는 달리 10℃ 전후로 낮은 온도분포를 나타내고 있었다. 이에 따라 팩키지 에어콘 주변인 A, B, F, G, L point의 평균온도는 24℃ 전후로 과냉각 되는 현상을 나타내고 있었으며, 특히 G point의 경우 주변보다 낮은 평균 23.5℃로 나타났다. 이는 PAC-1, PAC-2의 토출공기가 정면이 아닌 11시 방향으로 공급되기 때문으로 판단되었다. 반면에 토출공기가 직접 도달하지 않는 E, K, O 포인트는 26.3℃~28.7℃까지의 높은 온도분포를 나타내고 있어 전체적으로 불균형적인 열환경이 형성되어 있었다.

3. 시뮬레이션을 이용한 열환경 개선방안

3.1 기존 냉방 시설의 효율적 배치

기존 시설에 있는 냉방기의 배치를 조정하여 효과적인 냉방을 하기 위해서는 교환기의 배치를 먼저 파악해야 한다. 기존 통신장비의 배치형태는 대부분 일렬형이며, 내부부하의 대부분이 이러한 통신장비에서 발생한다. 따라서, 냉방기의 송풍은 교환기의 배치형태와 발열 특성상 교환기 사이로 기류를 형성해야 가장 효과적인 냉방이 될 수 있다. 그러나 현재 설치된 항온항습기의 일부분은 통신장비 사이로 기류를 불어주기에 적합하지 못하여 항온항습기의 성능을 충분히 발휘하지 못한다. 또한, 일부 통신장비는 배치 자체가 길고, 폭이 좁게 되어 있어 냉방기에서 토출된 기류의 송풍거리가 길어야 하지만, 교환기에 부딪히면서 확산된 기류의 운동량이 약화되어 멀리 떨어진 부분까지 기류의 전달이 제대로 이루어지지 못한다. 이러한 지역에서는 국부적인 Thermal Spot이 발생하여 통신장비 성능에 영향을 미칠 수 있으므로 냉방기를 효율적으로 재배치하여 국부적인 온도상승을 방지하여야 한다. 본 연구에서는 TDX-10, 5ESS-2000실에 대하여 냉방기 배치 중 효율적이지 못하다고 판단되는 냉방기를 국부적으로 온도가 상승하는 지역으로 이동하여 열환경을 평가하였다.

1) TDX-10실

그림 5에서 보는 바와 같이 TDX-10실은 교환기가 일렬로 길게 배치되어 있으며, 특히 F, G, I 지점은 상대적으로 냉방기 CTH-2, CTH-3로부터 먼 거리에 위치하고, 우측의 냉방기 CTH-1, PAC-1과도 거리가 멀어 냉방기의 영향을 받을 수 없는 사각지대이다. 반면에 CTH-4는 주위에 발열의 주원인인 통신장비가 없는 상태에서 운전이 되고 있다.

따라서, 이러한 사각지대를 없애고 기존의 냉방기기를 보다 효율적인 방법으로 사용하기 위해 CTH-4의 위치를 그림 1과 같이 조정하였다. 이렇게 배치를 하게 되면 F, G, I 지점은 냉방기의 직접적인 영향을 받아 평균온도가 감소되고 기기의 발열을 기존의 경우보다 더 효과적으로 처리할 수 있다. 장비를 이동하기 전·후의 높이 1m 지점에서 온도분포를 나타내면 그림6과 같다. 그림6에서 살

펴보면, F, G, I 지점에서는 0.5~2.1℃ 정도 온도가 낮아졌으나, 공조기 위치 이동 전 CTH-4가 위치해 있었던 곳에서는 온도상승이 이루어져 전체적인 열환경에는 큰 변화가 없었다. 표 1에서와 같이 평균온도 차이 또한 0.2~0.4℃ 정도로 거의 변화가 없었다.

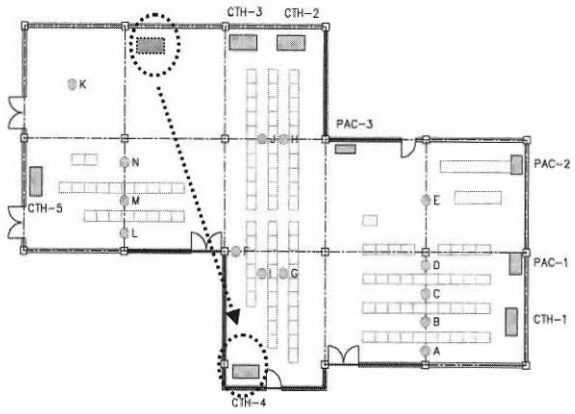
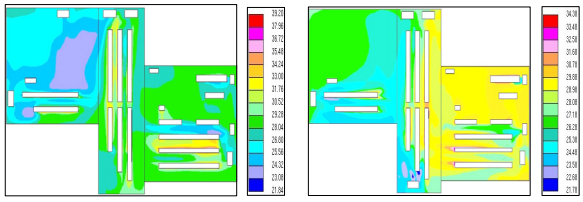


그림 5. TDX-10실의 장비 재배치 모습



a) 장비 이동 전 b) 장비 이동 후

그림 6. 장비 이동에 따른 TDX-10실에서의 온도장 (h=1m)

표 1. 장비 이동에 따른 TDX-10실에서의 평균온도

	실내 평균온도(℃)	거주영역 평균온도(℃)
장비 이동 전	28.48	27.97
장비 이동 후	28.11	27.74
편차	-.0.37	-0.23

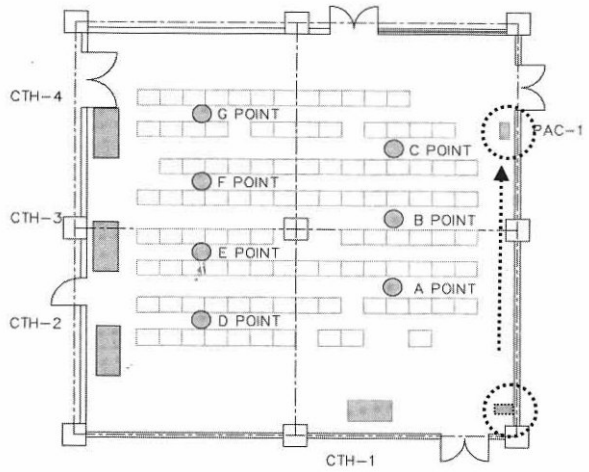
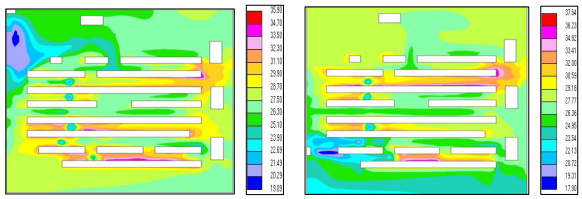


그림 7. 5ESS-2000실의 장비 재비치 모습



a) 장비 이동 전 b) 장비 이동 후

그림 8. 장비 이동에 따른 5ESS-2000실에서의 온도장 (h=1m)

2) 5ESS-2000실

5ESS-2000실의 경우 그림 7에서 보는 것과 같이 교환기는 일렬로 배치되어 있다. 5ESS-2000실 또한 TDX-10실과 마찬가지로 통신장비의 배치가 길고 냉방기 CTH-2, CTH-3, CTH-4의 냉풍이 A, B, C 지점까지 제대로 도달하지 않으며, 교환기 사이의 간격이 좁아 기류의 흐름이 원활하지 못하였다. PAC-1은 놓여진 위치가 발열체인 교환기와 멀리 떨어져 있는 상태에서 교환기의 직각방향으로 송풍을 하기 때문에 교환기들의 발열부하를 적절하게 제어하기가 어려울 것으로 판단되었다.

따라서, 열환경 개선을 위해 PAC-1의 위치를 그림 7과 같이 조정하였다. 그림 8은 높이 1m 지점에서 공조기 위치 이동 전·후의 온도분포이다. 그림에서 살펴보면, 냉방기가 옮겨진 위치에서는 온도가 최대 3.3℃ 정도 낮아지나, 공조기 위치 이동 전 PAC-1의 위치에서는 오히려 약간의 온도상승이 이루어졌다. 표 2에서 보듯이 평균온도 변화는 0.2~0.4℃ 정도로 거의 없는 수준이어서 냉방기의 재배치는 국부적인 고온지역을 희석시키는 효과는 있으나 직접적인 열환경 개선효과는 없다.

그러므로 냉방기 위치의 재배치는 국부적인 고온지역을 희석시키는데는 효과적이나, 직접적으로 열환경을 개선시키는 효과는 없으므로 냉방기의 추가 배치나 공조방식의 변환이 필요하다.

표 2. 장비 이동에 따른 5ESS-2000실에서의 평균온도

	실내 평균온도(℃)	거주영역 평균온도(℃)
장비 이동 전	27.53	27.25
장비 이동 후	27.72	27.62
편차	+0.19	+0.37

3.2 외기 도입에 의한 자연냉방(동절기, 중간기)

장비실의 특성상 통신장비의 발열로 인해 연중 실내에는 냉방부하가 발생되고, 발열로 인하여 건축물에 부분적으로 축열되어(heat pocket) 정격 냉방을 실시하더라도 균일한 냉방이 이루어지지 못하면 이를 해소하기 위한 설계 냉방부하를 할증하고 이로 인한 에너지 소비 및 운전비 부담을 가중시키는 결과를 초래한다. 따라서,, 효과적인 냉방은 적절한 공기 분배가 우선적으로 보장되어야 한다. 하절기의 경우 국지적으로 저온현상이 발생하는 시간과 지역이 있으며, 중간기(봄, 가을) 야간과 동절기의 경우 저온 외기가 생성되므로 냉각열원으로 자연 에너지를 이용할 수 있다. 이를 위한 냉방 시스템의 요건으로는 외기냉방(Free Cooling), 온도감지 정확성(엔탈피 제어),

전체 시스템의연계(대수제어), 장치의 안정성 확보, 적절한 공기분배 등이 구비되어야 한다. 구체적인 에너지 절감을 위한 시스템 제어 방법은 표 3과 같다.

본 절에서는 외기를 도입하여 자연냉방을 시키는 경우 TDX-100실과 5ESS-2000실에서 에너지 소비량 및 열환경 개선효과를 비교 검토해 보았다.

표 3. 외기냉방 도입을 위한 시스템 제어방법

계절	운전시기	운전방법
하절기	야간이나 저온발생 시간대	(주)냉방기, (부)외기냉방
중간기	환기와 외기의 엔탈피비교	냉방기, 외기냉방 혼용
동절기	환기와 외기의 엔탈피비교	(주)외기냉방, (부)냉방기

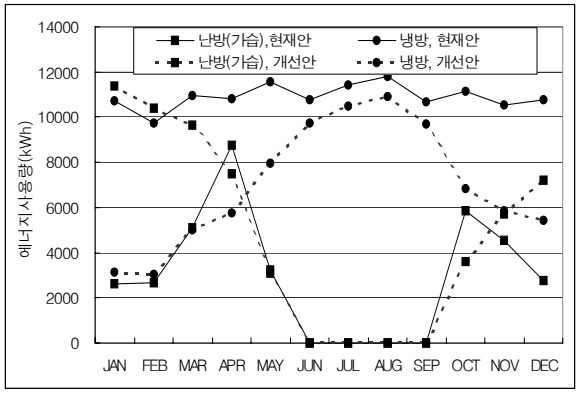


그림 9. 외기도입유무에 따른 TDX-100실에서의 에너지소비량

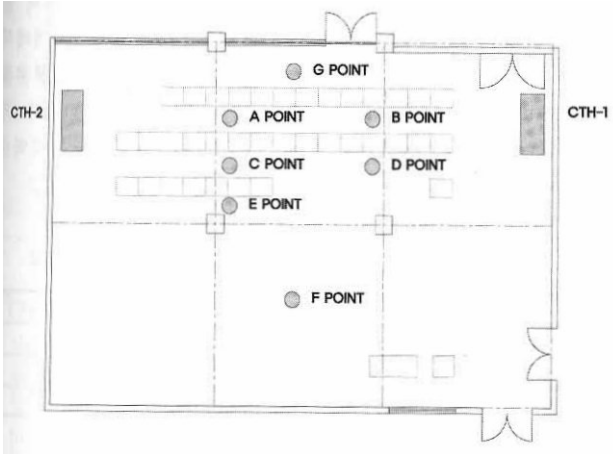
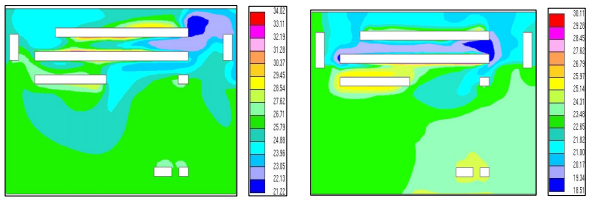


그림 10. TDX-100실의 장비 배치도



a) 외기 도입 전 b) 외기 도입 후

그림 11. 외기 도입에 따른 TDX-100실에서의 온도장 (h=1m)

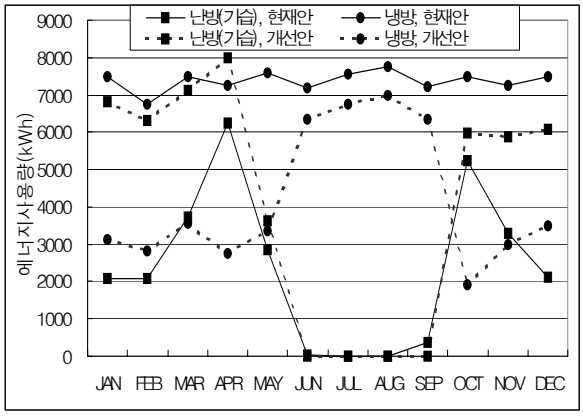


그림 12. 외기 도입에 따른 5ESS-2000실에서의 에너지소비량 (항온항습기 10RT 4대)

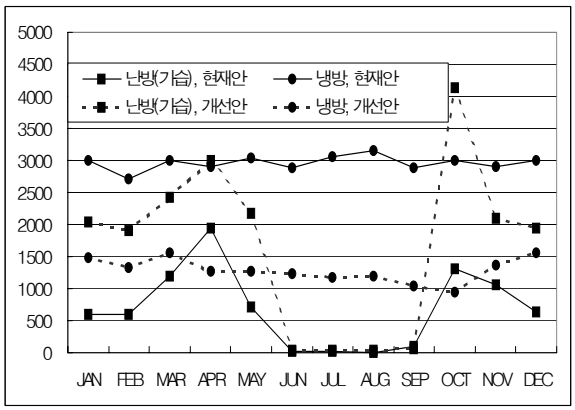


그림 13. 외기 도입에 따른 5ESS-2000실에서의 에너지 소비량 (항온항습기 5RT 4대)

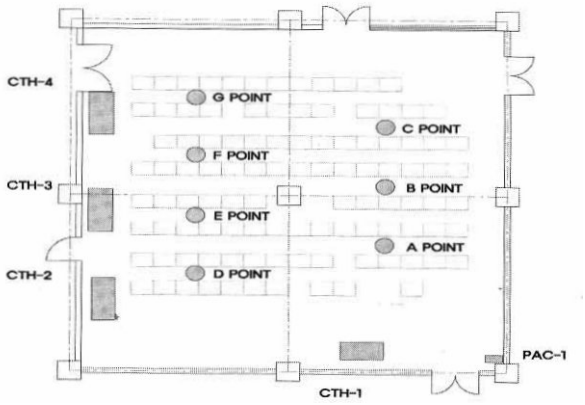
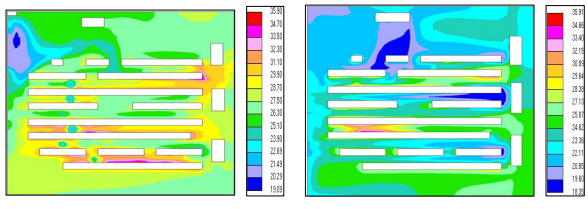


그림 14. 5ESS-2000실의 장비 배치도



a) 외기 도입 전 b) 외기 도입 후

그림 15. 외기 도입에 따른 5ESS-2000실에서의 온도장 (h=1m)

1) TDX-100실

에너지 소비량 시뮬레이션을 수행한 결과는 그림9와 같으며, 현재의 항온항습기방식에 비해 외기냉방의 경우, 연간 에너지의 약 14% 정도의 절감효과가 있었다.

이를 냉방, 난방(가습)으로 구분하여 살펴보면, 냉방의 경우 엔탈피 제어에 의한 외기 도입으로 약 60% 정도의 에너지 절감량을 보이며, 난방(가습)의 경우에는 65%의 에너지 증가를 나타냈다. 냉방의 경우는 중간기 및 동절기에 외기 온도보다 낮은 외기를 도입함으로써 냉방 코일의 부하가 낮아지게 되나, 난방(가습)의 경우는 온습도 조건의 엄격한 준수가 필요한 전산실에 외기를 도입한 후 적정 취출조건(15℃, 50%)을 만족시키기 위한 가온, 가습, 감습으로 인한 에너지 소비량도 많은 에너지를 차지하였다.

그림 11에서 열환경 분포를 살펴보면, 실내에 설치되어 있는 창과 문을 통해 외기가 유입되며, 이로 인해 온도분포의 개선이 이루어지며, 실내의 온도는 각 지점에 따라 약간의 차이가 있으나 1.0~6.0℃ 정도 낮아졌다. 평균적으로 실내 전영역에 걸쳐 고르게 약 2 ℃ 정도 온도가 떨어졌다(표4참조). 또한, 국부적인 고온지역이 전혀 발생하지 않았다.

표 4. 외기 도입에 따른 TDX-100실에서의 평균온도

	실내 평균온도(℃)	거주영역 평균온도(℃)
현재 상태	25.72	25.37
개선 후	23.49	23.03
편차(℃)	-2.23	-2.34

2) 5ESS-2000실

그림 12에서 살펴보면, TDX-100실과 마찬가지로 외기 도입 제어 방식은 현재의 항온항습기 방식에 비해 연간 약 14% 정도의 에너지 절감 효과를 보였다.

이를 냉방, 난방(가습)으로 구분하여 살펴보면, 냉방의 경우 엔탈피 제어에 의한 외기 도입으로 약 43% 정도의 에너지 절감을 보였으며, 난방(가습)의 경우에는 77%의 에너지 증가를 보였다.

냉방의 경우는 중간기 및 겨울철에 외기 온도보다 낮은 외기를 도입함으로써 냉방 코일의 부하가 낮아지게 되지만, 난방(가습)의 경우에는 온습도의 조건의 엄격한 준수가 필요한 전산실에 외기의 도입 후 적정 취출조건(15℃, 50%)을 만족시키기 위한 가온, 가습, 감습으로 인한 에너지 소비량도 많은 에너지를 차지하였다.

또한, 5ESS-200실의 5RT 항온항습기 1대의 외기 도입 제어에 따른 에너지 소비량은 그림 13과 같다.

냉방의 경우 엔탈피 제어에 의한 외기 도입으로 약 57% 정도의 에너지가 절감되었으며, 난방(가습)의 경우에는 243% 정도 에너지가 증가되었다. 따라서, 연간 에너지 소비량은 약 19%정도 절감되었다.

그림 14는 5ESS-2000실의 창과 문의 배치를 나타내며, 그림 15는 외기 도입에 따른 온도분포 변화를 보여준다.

외기의 영향으로 온도는 -1.2~8.2℃ 정도 낮게 형성되었지만, 기류가 도달하지 못하는 일부지역에서 약 30℃ 정도의 온도 상승이 이루어지므로 보조적인 장치가 요구되었다. 외기의 영향으로 평균온도(표5참조)는 약 3.0℃ 낮게 나타났으므로 매우 효율적이며, 또한, 이 방식은 공조방식의 변화로 인해 급기환경에 직접적인 영향을 미치므로 실제 통신장비실에 설치할 경우 열환경분포에 상당히 유리할 것으로 판단되었다.

표 5. 외기 도입에 따른 5ESS-2000실에서의 평균온도

	실내 평균온도(℃)	거주영역 평균온도(℃)
현재 상태	27.53	27.25
개선 후	24.80	24.22
편차(℃)	-2.73	-3.03

3.3 유인 팬 설치

현장 측정을 통한 통신장비실들의 온도분포를 살펴보면 실내 곳곳에 정체 구역이 발생하여 실내 일부에서 고온의 온도분포를 보이거나 실내의 저온 구역과 고온구역의 경계가 뚜렷하게 나타난다. 이러한 현상은 고발열 통신장비의 주위에 적정한 기류가 형성되지 않기 때문이다.

따라서,,, 이러한 열적 정체구역을 처리할 수 있는 기류의 형성을 위해 실내에 유인 팬을 설치하였다. 해석 대상이 되는 실은 곳곳에 열적 정체구역이 형성된 TDX-10실과 저온과 고온의 영역이 뚜렷하게 형성되는 PCM실에 대해 하절기 피크 부하시 CFD 시뮬레이션을 수행하였다.

1) TDX-10실(그림16참조)

높이 1m에서의 온도분포를 나타내는 그림 17을 살펴보면, 유인 팬이 설치된 주위에서 설치전과 비교해서 온도의 변화는 크지 않다. 반면, 과냉각되어 있던 지역에서의 온도가 상승하여 전체적으로는 균일한 온도분포를 나타낸다. 따라서, 유인 팬의 설치는 평균온도(표6참조)의 하강에는 큰 개선효과를 주지 못하지만, 국부 고온지역을 희석시키고, 실내에 균일한 온도를 형성시켜준다.

표 6. 유인팬 설치에 따른 TDX-10실에서의 평균온도

	실내 평균온도(℃)	거주영역 평균온도(℃)
현재 상태	28.48	27.97
개선 후	28.18	27.97
편차	-0.3	-0.05

2) PCM실(그림18참조)

그림 19는 높이 1m 지점에서의 온도분포를 나타낸다. 그림에서 보듯이 개선전에 실 중앙부에 모여있던 저온 구역이 넓게 퍼져가면서 실내 온도를 보다 균일하게 형성한다. 지역에 따라서,는 최대 2.4℃ 정도의 온도하강 효과가 있다. 평균온도(표7참조)변화는 1.0℃ 이상으로 TDX-10실과 비교해서 개선효과가 향상된다. 이는 PCM실에 설치된 냉방기의 급기 유속이 낮아 실중앙에 발생하였던 저온 구간의 기류를 유인팬에 의해 실내 전체영역으로 고르게 분사시켜주기 때문이다.

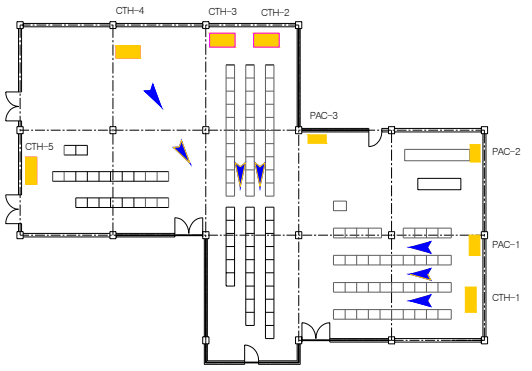
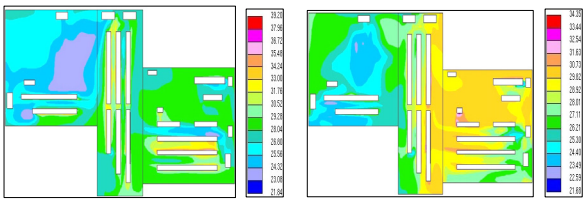


그림 16. TDX-10실에서의 유인팬 배치도



a) 유인팬 설치 전 b) 유인팬 설치 후

그림 17. 유인팬 설치에 따른 TDX-10실에서의 온도장 (h=1m)

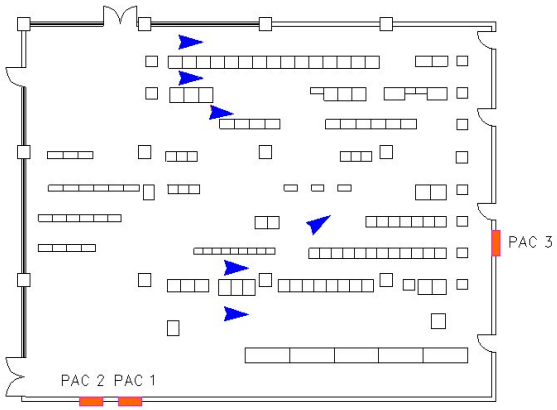
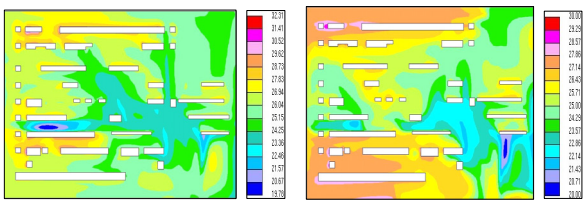


그림 18. PCM실에서의 유인팬 배치도



a) 유인팬 설치 전 b) 유인팬 설치 후

그림 19. 유인팬 설치에 따른 PCM실에서의 온도장 (h=1m)

표 7. 유인팬 설치에 따른 PCM실에서의 평균온도

	실내 평균온도(℃)	거주영역 평균온도(℃)
현재 상태	27.20	26.12
개선 후	25.95	25.48
편차	-1.25	-0.637

3.4 덕트연결형 냉방기를 이용한 국소 냉방

열환경을 개선하면서 기존 시설의 이동이나 추가가 없는 가장 간편한 방법은 과냉되고 있는 지역의 항온습기에 Flexible duct를 연결하여 열적 취약지점에 직접 급기하는 방법이다. 본 연구에서는 TDX-10실(그림20)과 TDX-100실(그림22)에 대하여 열환경 특성을 파악하고, 열적 취약지점에 직접 급기할 수 있는 덕트연결형 냉방기를 설치하여 그 효과를 검증하였다. 본 연구에서는 덕트연결형 냉방기를 통신장비실에 적용하여 교환기 사이의 여러 지점에서 발생하는 국부적인 Thermal Spot을 제거하는데 목적을 두었다.

1) TDX-10실

그림 20에서 보는 바와 같이 TDX-10실은 교환기가 일자형으로 길게 배치되어 있어 가장 문제가 되는 지점은 F, G, I 지점이다. 상대적으로 냉방기 CTH-2, CTH-3과 멀리 떨어져 있으며, 우측의 냉방기 CTH-1, PAC-1과도 거리가 멀어서 냉방기의 영향을 효과적으로 받을 수 없는 사각지대이다. 실제로 측정한 데이터에서도 이 지점에서의 평균온도가 다른 지점보다 상대적으로 높게 나타났다. 반면에 CTH-4는 주위에 발열의 주원인인 통신장비가 없는 상태에서 운전되고 있어 위치가 비효율적이다. 따라서, 이러한 사각지대를 없애고, 기존의 기기보다 효율적인 냉방 시스템을 구축하기 위해 CTH-4의 취출구에 덕트를 연결하여 F, G, I 지점에 직접 급기를 유도하였다. 그림 21을 살펴보면, F, G, I 지점에서의 온도가 덕트 설치전보다 3.5~6.2℃ 정도 낮아지므로 냉방기를 직접 옮기는 것보다는 훨씬 효과적임을 알 수 있다.

그러나 실내의 평균온도(표8참조) 변화는 0.2~0.3℃ 정도로 덕트 설치전과 비교해서 거의 차이가 없었다. 그러므로 덕트 연결은 국부적인 고온지역을 희석시키는 효과는 있으나, 직접적으로 열환경을 개선하는 효과는 미흡하였다.

표 8. 덕트 연결형 냉방기 도입에 따른 TDX-10실에서의평균온도

	실내 평균온도(℃)	거주영역 평균온도(℃)
현재 상태	28.48	28.974
개선 후	28.18	27.969
편차	-0.3	-0.05

2) TDX-100실

A, B Point가 있는 교환기 사이에서 기류가 도달하지 못하면서 다른 지점에 비해 약간 온도가 상승한다. 따라서, 이 지점에 덕트를 연결하여 국부적인 급기가 가능하도록 하였다. 덕트는 CTH-1, CTH-2의 취출구 중 하나에 각각 연결된다고 가정하였다. TDX-100실은 다른실과 비교해서 안정적인 온도분포를 이룬다. 그림 23에서 보면, 덕트가 설치된 지역에서는 최대 0.6℃정도의 온도하강이 이루어지지만, TDX-10실에 비해 그 효과가 크지 않으며, 그 외 영역에서 오히려 온도가 상승하였다. 평균온도(표9참조)도 설치전과 비교해서 오히려 온도가 1℃

상승하므로 개선효과를 얻지 못하였다. 그러므로 TDX-100실과 같이 시스템이 간단하고 면적이 작은 실에서는 덕트연결에 의한 효과를 기대하기 어렵다.

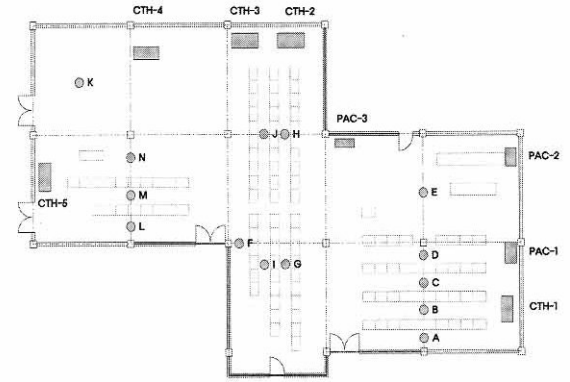
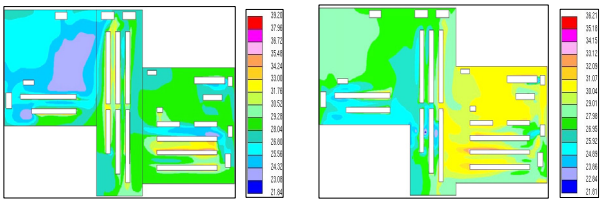


그림 20. TDX-10실에서의 덕트연결 배치도



a) 냉방기 도입 전 b) 냉방기 도입 후

그림 21. 덕트연결형 냉방기 도입에 따른 TDX-10실에서의 온도장 (h=1m)

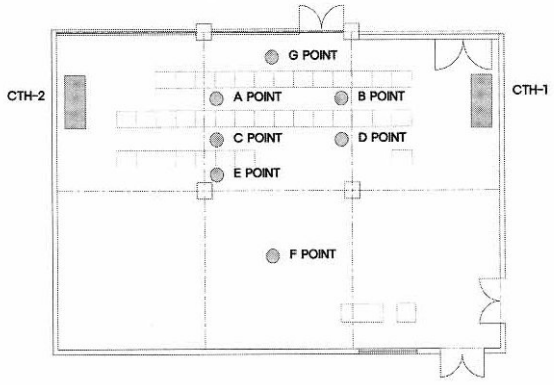
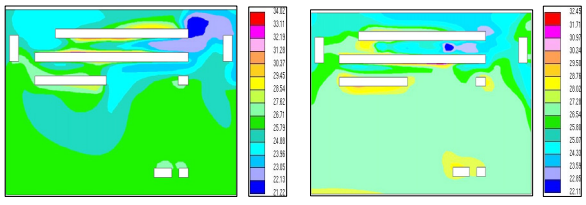


그림 22. TDX-100실에서의 덕트연결 배치도



a) 냉방기 도입 전 b) 냉방기 도입 후

그림 23. 덕트연결형 냉방기 도입에 따른 TDX-100실에서의 온도장 (h=1m)

표 9. 덕트형 냉방기 도입에 따른 TDX-100실에서의 평균온도

	실내 평균온도(℃)	거주영역 평균온도(℃)
현재 상태	25.72	25.37
개선 후	26.60	26.4
편차	+0.88	+1.03

4. 결 론

본 연구에서는 통신장비실의 열환경 특징을 각각의 기종(TDX-10, TDX-100, 5ESS-2000, PCM)에 따라 파악하는데 중점을 두었다. 먼저, 여러 선진국의 통신장비실의 운영상태 및 시스템에 대한 자료를 조사하였고, 현재 통신관련회사 통신장비실의 열환경을 직접 측정하여 조사하였다. 또한, 측정결과를 바탕으로 앞으로 도입될 대안 시스템의 열환경을 예측하기 위해 CFD 시뮬레이션을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 대안시스템 중 가장 큰 열환경 개선을 이룰 수 있는 시스템은 외기의 유입을 통한 자연냉방 시스템으로 판단되었으나, 이러한 공조방식에서는 기류의 유속이 약해 국부적인 열고임 현상이 발생할 수 있으므로 보조적인 기류 유인장치가 필요하였다.

(2) 보조장치로는 유인 팬 설치가 가장 바람직하며, 그 외의 냉방기위치 변경이나 덕트연결 등의 방식도 목표로 하는 위치의 열환경을 국부적으로 해결하는데는 충분한 효과를 발휘할 수 있었다.

참고문헌

1. Tsunoda A., 1996, 전산기센터의 에너지절약, 공기조화 위생공학(日本), 제70권 제 6호, pp. 49-53.
2. Nakao M., Hayama H., and Uekusa T., 1998, An efficient cooling system for telecommunication equipment rooms, Proceedings of 10th international tele. energy conference(INTELEC), pp. 344-349.
3. John P., 1997, Reducing the costs of network power and cooling, Proceedings of 19th INTELEC, pp. 277-284.
4. Nakao M., Hayama H., 1990, 고발열 통신기실용 공조시스템의 개발, 공기조화 위생공학(日本), 제64권 제12호, pp. 63-71.
5. Ishihara Y., fukuda Y., Noguchi H., Asano N., 1997, Quality management system for telecommunications power and air-conditioning system, Proceedings of 19th INTELEC, pp. 297-302.
6. Cinato P., 1998, An innovative approach to the environmental system design for TLC rooms in telecom italia, Proceedings of 20th INTELEC, pp. 1-7.
7. ADAPCO, 1997, Star-CD Version 3.1A Manuals, Computational Dynamics Ltd., London.