

공조설비의 진단기술

新日本空調(株) 緒方 元 (HAJIME OGATA)
久保 一朗 (ICHIRO KUBO)

본고는 日本의 建築設備와 配管工事 96년 11월호에 掲載된 内容を 金孝經(서울大 名譽教授) 博士가 翻譯한 것으로서 武斷으로 轉載하거나 複寫 使用할 수 없음을 알려드립니다. [편집자 주]

1. 머리말

본고에서는 공조설비의 열화에 관하여 조사·진단을 객관적·총합적·효율적으로 하는 것이 중요하므로 시스템적인 관점을 더하여서 진단 대상과 진단 방법에 대해서 기술하였다.

그리고 진단에서 얻어진 데이터의 해석이나 평가에 관해서 경험과 느낌에 의존함이 없이 과학적인 방법을 사용하는 진단의 기술에 관해서 해설하였다.

2. 진단의 목적

2-1. 시스템으로서의 공조설비

시스템이라고 하는 것은 몇 개의 구성요소로서 성립되며, 서로 관련을 갖고 시스템의 목적을 가장 효율 좋게 달성(최적화)하도록 기능(機能)한다고 정의되며, 공조설비는 시스템으로서 기능하고 있다.

공조설비의 열화를 진단할 때, 특히 시스템으로서 고려하는 것이 중요하다.

[그림 1]과 같이 공조시스템은 하나의 목적과 5개의 요소로 구성되고, 각 요소는 자신이 시스

템을 구성하며, 그리고 각각 몇 개의 요소로 구성되어 있다.

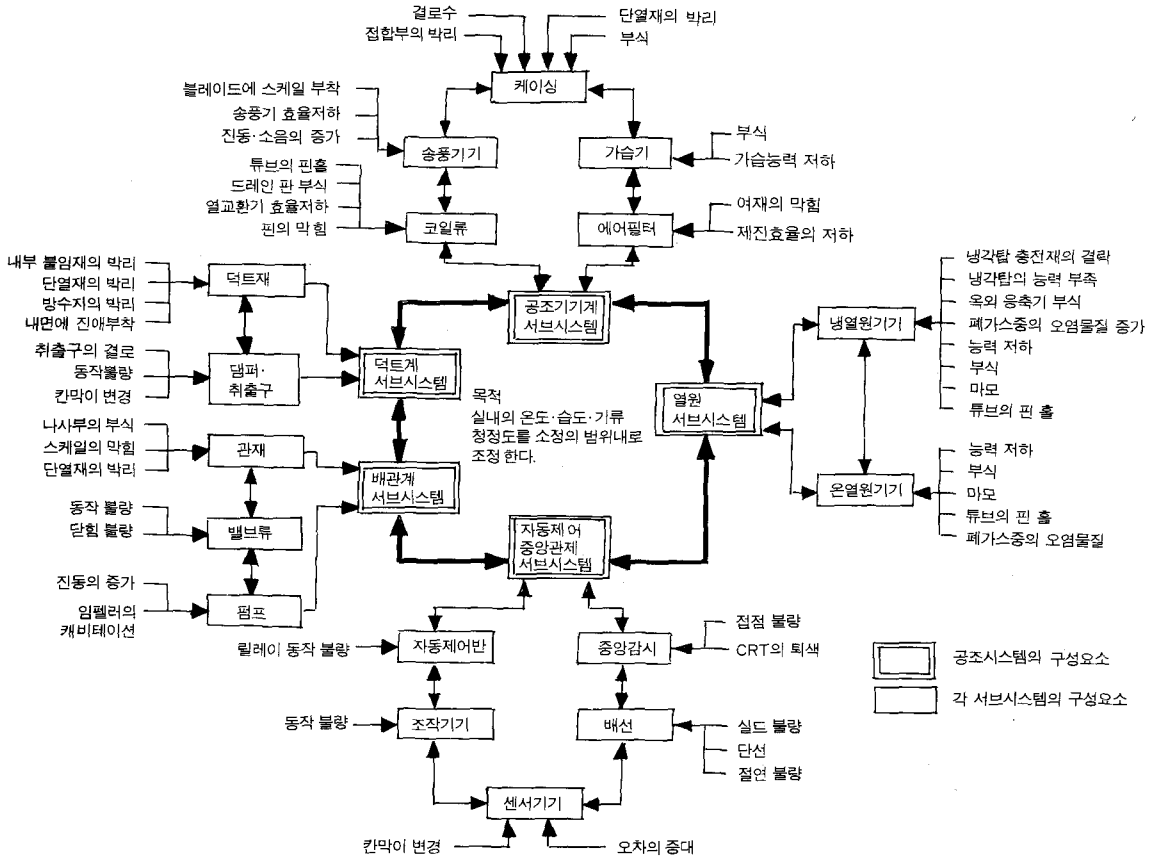
이와 같이 어떤 시스템의 구성요소 자체가 하나의 시스템으로서 기능할 때 이것을 하위(SUB) 시스템이라고 부른다. 근본의 시스템을 상위(SUPER)시스템이라고 부르며, 서로 시스템간에 깊은 관련이 있으며 어떤 규모의 시스템에 변화가 생기면 서로의 시스템간에 영향을 미친다.

즉 공조시스템의 서브시스템(SUB-SYSTEM)측에 열화와 같은 변화가 생기면 공조시스템측에 직접적인 영향이 생김으로 재차 수선·갱신·리뉴얼 같은 어떤 최적화를 행할 필요가 있다.

또 공조시스템의 슈퍼시스템(SUPER-SYSTEM)측에서 기술혁신이나 법률 개정과 같은 변화가 증대하면 직접적·간접적으로 공조시스템에 영향이 축적되어 결국 어떤 최적화를 행할 필요가 생긴다.

2-2. 공조시스템의 열화라 함은

준공 당시 공조시스템은 그 목적을 가장 잘 달성하도록 최적화되어 필요한 기능레벨을 유지하는 것이 가능하였다.



[그림 1] 공조시스템과 그 서브시스템의 열화 요인

그러나 설비의 기능은 준공시부터 경년적으로 저하되어 시스템 내외에 다음과 같은 기능레벨의 변화가 생기면 시스템의 최적상태를 유지하기 어렵고, 기능적으로 열화가 진행되어 리뉴얼이 필요하게 된다.

● 공조시스템의 서브시스템측에서 생기는 물리적 열화

공조시스템의 서브시스템에는 많은 요소가 있는데 사용조건이나 환경조건에 따르는 틀림이 있으나 준공후부터 거의 시간적으로 비례해서 물리적 열화가 증대한다. [그림 1]의 열화요인과 같이 설비 내부에서 개개의 물리적 기능열화가 진행된다.

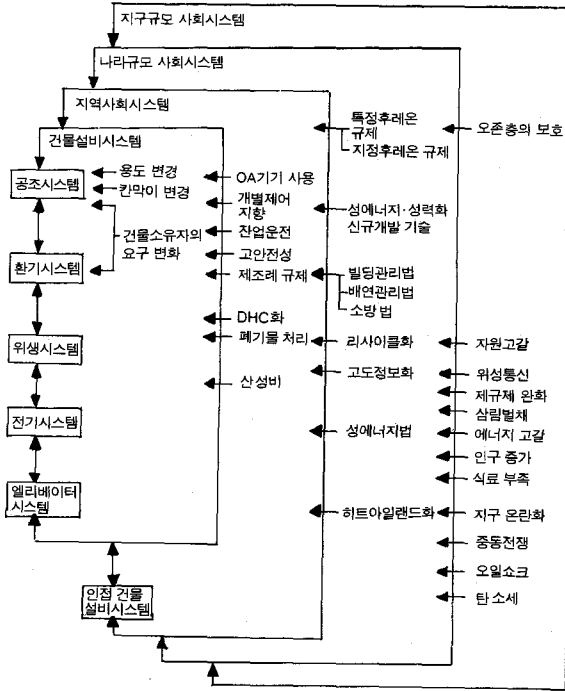
● 공조시스템의 슈퍼시스템측에서 생기는 사회적열화[그림 2 참조]

공조시스템을 둘러싸는 건물규모·지역규모·나라의 규모·지구규모의 슈퍼시스템측에서는 준공후 거의 돌발적으로 여러가지 변화가 생겨서 공조시스템에 대하여 영향을 미치고 공조시스템의 기능은 다음과 같이 저하된다.

(1) 건물사용자측의 요구사항 변화에 따른 기능저하

① OA기기 발열이 증가하여 실온이 상승하는 일

② 개별제어지향의 증대로 재실자의 실온에 대한 클레임이 증대하는 일



[그림 2] 공조시스템과 수퍼시스템의 열화 요인

③ 휴일이나 근무시간외에 건물을 사용하는 요구가 증대하여 근무시간외의 공조운전대응이 요구되는 일

(2) 신규개발된 고기능시스템의 등장으로 상대적으로 안정성이 저하하는 것

① 성에너지·성력화시스템의 등장으로 상대적으로 코스트 경쟁력이 저하되는 것

② 고도의 안전시스템의 등장 때문에 상대적으로 안전성이 저하되는 것

③ 지구환경보호의 요구에 따르는 기능저하 오존층 보호를 위해서 특정 후레온 규제에 의한 대응을 강구하는 일

(3) 법적규제변경에 의한 기능저하

① 건물관리법

② 배연설비에 관한 법적규제

③ 보일러 및 압력용기에 관한 법적규제

④ 옥내·지하탱크에 관한 법적규제

⑤ 공해(대기오염·소음·진동)에 관한 법적규제

⑥ 환기설비에 관한 법적규제

⑦ 성에너지법에 관한 규제

2-3. 공조시스템열화의 경년적 증대

전술한 물리적시스템열화는 준공후 적절한 보수로서 가능한한 기능 회복에 노력하나 약 20년 전후에서 기능적으로 허용불능의 레벨로 저하하여 내용(耐用)의 한계에 도달하는 일이 많다.

또 이 기간에 생기는 사회적인 시스템의 열화는 상승적으로 수명을 단축화한다. [그림 3]

2-4. 공조시스템 조사·진단의 목적

설비 내부에 생기는 물리적열화와 외부요인으로 생기는 사회적열화가 시스템의 어느 부위에서 어느 정도 생기는가를 조사하는 것이 조사의 목적이며 조사의 결과를 분석·평가하는 것이 진단의 목적이다.

또 전술한 바와 같이 서브시스템과 수퍼시스템은 복잡하게 관련되어 있으며, 조사·진단을 정확하게 할 필요가 있다.

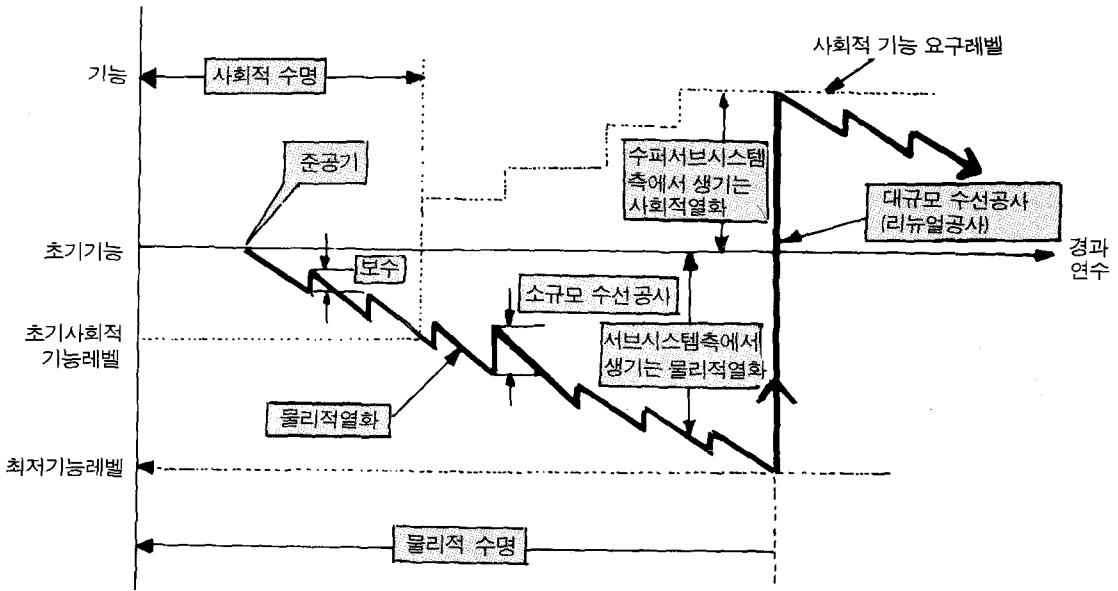
이때 개인의 경험이나 지식에 좌우되지 않고 경험자나 초급자일지라도 동일한 레벨의 진단을 하여 객관적인 데이터에 의해서 통일적 효율 좋은 체계적 판단이 가능하도록 조사·진단의 매뉴얼화를 행하는 것이 중요하다. 그리고 과학적으로 타당성이 있는 매트릭스 수법(뒤에 설명함) 등으로 편견이나 결함이 없는 조사·진단을 하는 것이 중요하다.

2-5. 조사·진단의 시기

조사·진단은 일반적으로 준공후 5년경부터 시작하고 약 5년마다 반복하며 본격적인 리뉴얼공사의 준비를 할 필요가 있다. 조사·진단은 건물오너의 요구 이외에 다음과 같은 물리적·사회적 열화가 나타나는 시기가 적절하다.

(1) 물리적열화

① 소규모의 누수사고가 빈발하여 위험하다고 느끼기 시작했을 때

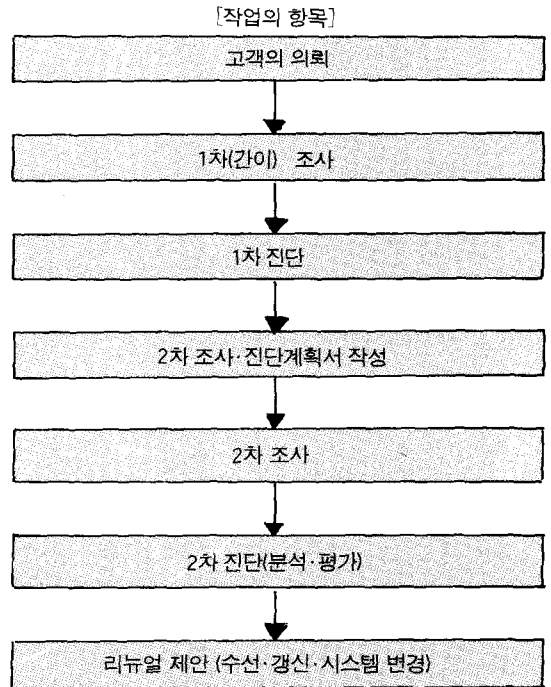


[그림 3] 경년적인 시스템열화의 증대와 리뉴얼에 의한 기능 회복

- ② 기기의 고장빈도가 높아졌을 때
 - ③ 소규모의 수정으로는 대응할 수 없게 되었을 때
 - ④ 성능열화로서 운전비가 현저하게 높아졌을 때
- (2) 사회적 열화
- ① 성에너지나 성력화시스템을 도입하여 운전코스트를 대폭 저하시키고 경영의 효율화를 기하고 싶을 때
 - ② 판청의 지도 등으로서 법적으로 부적합한 개소를 제거하고 싶을 때

3. 조사·진단의 작업 흐름

고객의 의뢰로 작업이 개시되는데 고객은 전문가가 아니므로, 예로서 「시원하지 않다」는 등, 단편적으로 막연한 현상을 말하는 일이 많으며 전문적인 입장에서 기술적으로 재구축하여 조사·진단의 목적을 확인할 필요가 있다. [그림 4 참조]



[그림 4] 조사·진단의 흐름

4. 조사·진단작업의 실제

전장에서 기술한 조사·진단작업의 흐름에 따

라 각 단계에서 규정된 양식의 용지에 기입하면서 진행한다.

규정된 양식의 용지로서는, 예로서 건축·설비 유지보전추진협회(BELCA)의 자료 등이 있어 적의 이용하면 편리하다. 본고에서는 이 자료를 참고로 하여 설명한다.

4-1. 1차 조사

1차 조사는 조사 의뢰자의 요구사항이나 불편한 점의 내용, 공조설비의 현황을 듣거나 각종 도서·기록으로부터 파악하여 다음의 리뉴얼계획의 기초적인 정보를 얻는 뜻이 있다. 구체적으로는 현장에서 「1차 조사 시트」로서 다음과 같은 정보를 수집한다.

(1) 일반사항(1차 조사 시트)

건물의 개요나 준공도서·취급설명서·운전기록·기기대장 등의 도서류·기록 등의 유무를 조사한다.

(2) 공조설비(1차 조사 시트)

① 공조설비의 제원 : 열원설비·공조설비·배관설비·덕트설비·환기(배연)설비

② 에너지 사용량

③ 관청지도사항

④ 보수관리체제

⑤ 설비의 개선이력

⑥ 고객의 요망사항

⑦ 고객 히어링(청취)의 기록

(3) 현장의 순시

현장을 순회하여 5감으로서 상황을 파악한다. 요소의 사진을 촬영한다.

(4) 고객 히어링

고객이나 보수관리기술자(위탁 포함)로부터 다음과 같은 상세한 히어링을 한다.

① 구체적으로 불편한 점과 그 상황(입주자의 클레임·고장·사고·관청의 지도 등)

② 기기의 성능열화의 정도

③ 그동안의 보수, 수리의 상황

④ 건물이나 각실의 사용 상태의 변화 상황(칸막이·OA기기·용도·조도 등)

⑤ 고객의 사업계획이나 장치의 개수계획

4-2. 1차 진단

현장에서 수집한 준공도서 등으로 현재 상태의 공조시스템의 상황을 파악하고 트러블이나 불편한 점 등 고객의 히어링 현황을 총합적으로, 그리고 정성적으로 진단을 한다. 구체적으로는 「1차 진단 시트」에 대하여 「열화진단 평가기준」[제 1표]으로 판정을 한다.

1차 조사·진단으로 명확한 결과가 얻어질 때는 조사·진단을 완료하고 리뉴얼보고서 작성으로 넘어간다. 만약에 1차 조사로서 불명확한 사항이 있으면 비고란에 기입하여 2차 조사를 한다.

4-3. 2차 조사·진단계획서의 작성

1차 조사에서 불명확한 사항에 관하여 고객의 의향에 따라서 서브시스템측에서 발생하고 있는 내적인 물리적열화와 수퍼시스템측에서 발생하고 있는 외적인 사회적열화에 관해서 정량적으로 상세한 조사와 진단의 계획을 한다.

2차 조사·진단에는 큰 노력과 비용이 소요되므로 경제성을 고려하여 조사·진단항목을 정할 필요가 있는 항목을 결정한후 다음의 내용을 공정표에 정리한다.

(1) 현장타합

(2) 현지조사

(3) 데이터 해석

(4) 보고서 작성

4-4. 2차 조사

계획서에 따라서 공조시스템의 각 서브시스템에 대하여 실제의 가동상태를 측정기로서 데이터 수록을 한다. 배관의 부식에 관해서는 비파괴 검사나 샘플링 검사를 한다.

4-5. 2차 진단(분석·평가)

공조시스템의 각 서브시스템에 대하여 열화 정도를 정량적으로 분석·평가한다. 외적인 수퍼시스템측의 열화에 관하여 법적 적합성·안전성·실내환경 유지성·외의환경 유지성·성(省)에너지

공조설비의 진단기술

[표 1] 열화진단 평가기준(레벨 : 1차 진단 공조·환기설비 2.공기조화설비 1)공기조화기 반송계)의 예

진단대상명	기기·재료	부위·부재	검출항목	진단방법	평가 기준	대응책·처치	내구성	회수	비고
유닛 공조기	송풍기	◎ 전동기	이상음, 청감	목시	이상음이 없을 것	2차진단			
		○ V벨트 폴리	마모·이완	목시, 촉수	마모가 없을 것, 규정 이상의 이완이 없을 것	교환, 베이스 조정	3년 (참고)		
			세트스크류 이완	세트확인	마모가 없을 것, 규정 이상의 이완이 없을 것	세트조정	7년 (참고)		
			중심의 엇갈림	세트확인	마모가 없을 것. 규정 이상의 이완이 없을 것	중심 맞추기			
	○ 팬 및 하우징	진동	목시, 촉수	이상 진동이 없을 것	정비 또는 교환	10년 (참고)			
		더러움, 손상	목시, 촉수	현저한 오염, 손상이 없을 것	세정 또는 교환				
	◎ 베어링	이상음, 가열	목시, 청각 촉수	이상음, 이상과열이 없을 것	그리스 주입 또는 교환	5년 (참고)			
	열교환기	플레이트 핀 (냉온수, 증기 코일)	손상, 부식	목시	핀의 현저한 오염과 손상이 없을 것	보수 또는 2차 진단	15년 (참고)		
			오염, 막힘	목시	현저한 막힘이나 손상이 없을 것	세정			
	필터	필터		목시	현저한 오염, 손상이 없을 것	세정 또는 교환	3년 (참고)		
전송품	단자대	손상, 부식	목시	현저한 오염, 손상이 없을 것	2차 진단	7년 (참고)			
		이완	더조이는점검	이완이 없을 것	더 조임				
	실렉터SW	동작	동작시험	절체의 작동이 양호할 것	교환				
개비넷	외관	오염, 손상	목시	현저한 오염, 손상이 없을 것	보수 또는 교환	15년 (참고)			
	배수구	막힘	목시, 통수		플러시 세정, 약 세정	10년 (참고)			
	보온재	박리, 손상	목시	박리, 손상이 없을 것	보수 또는 교환	15년 (참고)			
드레인팬		오염, 손상	목시	현저한 오염, 손상이 없을 것	플러시 세정 약 세정				
점검구		개폐의 용이성	개폐조작	개폐에 지장이 없을 것	보수, 또는 교환				
기초, 패킹		손상, 갈라짐, 열화	목시	현저한 오염, 갈라짐 열화가 없을 것	보수 또는 교환				

성(性)·성력성(省力性)·성스페이스성 등에 대하여 정량적으로 분석·평가한다.

4-6. 판정 결과

이상과 같은 불편하고 만족스럽지 못한 점과 그 원인을 정량적으로 분석·평가하는 방법의 하나로써 매트릭스 수법이 있다. [표 2 참조]

매트릭스라 함은 영어로 행렬의 뜻이며 행과

열을 조합한 표를 사용한다. 이 방법은 문제를 다면적으로 파악하여 정량적으로 평가를 하고 해결책을 중점적으로 정리할 수 있다.

[표 2]는 I형 매트릭스라고 하며 횡축에 불만족스러운 점, 종축에 그 원인을 표시한 것이다. 그리고 축의 배열차이에 따라서 T형, Y형, X형 등이 있다. 매트릭스 수법에서는 몇 사람의 경험

[표 2] 불편한 점과 그 원인의 정리 (매트릭스법)

불편한 점의 중요도		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	관련강도평가		
원 인	불편한 점	어쩔음 정도가 높다	가운데 정도	중요기 정도	부식	배관나사부분의 부식	전사실무자가 근무시에 정지	특정부분의 구조적 결함	정인장의 포조제어가 안된다	취출구에서 바람	가르니스의 보일상	시간외 운전응용이 불가능	겨울에 내주부가 없다	겨울에 기습제어가 잘 되지 않는다		화염에서 담배	영기가 고인다
		항 목	No	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
	OA가 기기 발열의 증가	◎	△						△		△	◎					9
	대형 냉동기는 9월 한번 운전		◎						△		◎	◎					9
	배관이 개방 회로			◎												◎	9
	백업 열원이 없다					◎		◎									3
	CFC 11 사용 원심 냉동기를 운전									◎						◎	6
	취출구를 무시한 칸막이	○	○						○	○		○	△	○	△	△	12
	VD가 요소에 없다	○	△						△	○	○	△		△	△	△	11
	천장 개수시에 점검구를 없애다	△	△							○	○	△		△	△		6
	공조기는 중앙식이다										◎	○	○				7
	기습용 전자 밸브가 고장											◎	◎				3
	국소 배기가 없다								△						◎		4
	등유연소 보일러 운전																2
	관련 강도 평가	8	8	3	3	3	3	3	6	6	8	12	6	7	10		

주 관련성: 강◎3점, 중○2점, 약△1점

자 의견을 3단계 평가로서 강:◎, 중:○, 약:△(각각 3, 2, 1점)으로 하여 합계를 내어 정량화한다.

우선 횡축에 불량한 점을 기술하고 그 상란에 불량한 점의 중요도를 기입한다. 다음에 불량한 점이라고 생각되는 원인을 경험자로부터 수집하여 종축에 기입한다. 종축과 횡축이 교차하는 개소에 불량한 점과 그 원인과의 관련성의 강도를 경험자로부터 3단계로 평가시킨다.

최후로 종축과 횡축의 총합점을 관련강도평가로서 기입한다.

예로서 「시간외 운전대응이 불능」이라고 하는 불편불량은 중요도가 높고, 꼭 해결해야 하는 사항이라고 평가되고, 이 사항에 관련성이 높은 원인은 「공조기는 중앙식이다」라고 판명된다.

따라서 이 원인을 해결하기 위해서, 예로서

「개별공조시스템으로 전환」이라고 하는 대책을 세우게 된다.

5. 맺음말

본고에서는 공조시스템으로 표적을 축소하여 리뉴얼의 진단기술을 소개하였는데, 환기시스템도 같은 사고방식에 따름을 이해하기 바란다.

금후 리뉴얼의 시장이 더욱 증대하여 설비의 조사·진단부터 계획까지 공정하고 재현성이 있으며, 효율 좋게 잘 판정·평가되는 수법이나 사고방식이 요망되고 있다. 본고가 적게나마 도움이 된다면 다행이라고 생각한다.

筆者連絡先

諸方 元(副本店長)·久保 一朗(R&M 管理部 課長)
 新日本空調株 東京本店
 〒103 東京都中央区日本橋室町 3-1-20 三井別館
 TEL : 03-3279-5674 FAX : 03-3279- 5250