

공리적 설계를 이용한 매립형 공기조화시스템의 분석

이세정[†] · 홍을표^{*} · 김대환^{**} · 김수옥^{**} · 박경진^{***}

Analysis of a Mount Type HVAC Control System Using Axiomatic Design

Se-Jung Lee, Eul-Pyo Hong, Dae-Whan Kim, Su-Ok Kim and Gyung-Jin Park

Key Words : Axiomatic Design(공리적설계), Independence Axiom(독립공리), The Mount Type HVAC Control System(매립형 공기조화시스템)

Abstract

The mount type HVAC control system is a type of an HVAC control system which is installed between a ceiling and ceiling boards of a room to control room temperature. Although the device is quite popular, design is conducted by a conventional way where engineering intuition and experiences are utilized. It is found that the design process is fairly inefficient and time-consuming because there are a lot of feedbacks. The axiomatic approach is used to investigate the design characteristics of the mount type HVAC control system and the Independence Axiom is utilized for the investigation. The Overall hierarchy is established up to the level of parts. It is found that the current design has many coupled and redundant aspects. The hierarchy is reorganized based on the Independence Axiom and a new design process is found. To exploit the new design process in practice, a design manual is made.

1. 서론

공기조화시스템은 건축물의 실내공간에 설치되어 실내온도를 적정하게 유지함으로써 쾌적한 주거공간을 조성하기 위한 기기이다. 이러한 용도로 사용되고 있는 공기조화시스템 제품은 설치 장소나 위치, 목적 등에 따라 다양하게 분류된다. 매립형 공기조화시스템(mount type HVAC control system)은 천정보드와 천정의 빈 공간에 공기조화시스템을 설치하여 사용하는 기종으로, 주거 공간에 대한 점유율이 매우 낮아 사용자의 실내 주거 공간 활용도를 최대화할 수 있다는 장점을 가진 공기조화시스템이다. 이런 장점 때문에 매립형 공기조화시스템에 대한 수요가 증가하고 있는 추세에 있다. 공기조화시스템은 설치 공간의 크기나 설치 국

가, 설치환경 등과 같이 다양한 요구 조건과 수요에 맞도록 설계되고 제작된다. 이 과정에서 제품의 설계 과정은 전체적인 제품의 성능과 개발 비용, 생산 기간 등에 매우 큰 영향을 미친다. 현재 공기조화시스템의 설계 과정은 어느 정도 정해진 기준에 의해 수행되고 있지만, 전체적으로 설계자들의 설계 경험과 직관에 의하여 대부분 이루어지고 있는 것이 현실이다. 이 경우 설계자들은 경험에 의해 축적된 암묵적인 지식을 이용하여 제품을 설계하게 된다. 이런 암묵적인 지식은 체계화되어 있지 않고, 경험이 상대적으로 적은 설계자들에게 전달하기도 매우 힘들다. 이런 설계 과정의 특성 때문에 새로운 공기조화시스템을 설계하거나, 기존의 제품을 개선하기 위하여 설계를 변경하는 경우 많은 시행착오를 거쳐야 하는 어려움이 존재한다. 또한 설계된 제품의 성능이나 기능에 문제가 있는 경우 그 문제를 파악하거나 문제를 해결해 나가는 것 또한 매우 힘들 수 밖에 없다.

이번 논문에서는 현재 생산되고 있는 공기조화시스템 제품을 분석하여 그 설계과정을 파악하고, 이를 통하여 합리적이고 효율적인 설계 과정을 찾

[†], * 한양대학교 대학원 기계공학과
^{**} LG 전자 생산기술원
^{***} 회원, 한양대학교 기계·정보경영공학부
E-mail : gjpark@hanyang.ac.kr
TEL : (031)400-5246 FAX : (031)407-0755

는데 초점을 두었다. 공기조화시스템의 설계 특성을 파악하기 위하여 공리적 설계(Axiomatic Design) 기법을 이용하여 실제 제품을 분석하였다. 공리적 설계 기법은 MIT의 서남표 등에 의해 제안되고 발전되어 온 설계 이론이다.⁽¹⁾ 이번 연구에서는 공리적 설계 기법의 독립 공리를 이용하여 해당 제품의 최하위 단계의 부품들까지 상세하게 설계를 분석하여 제품의 전체적인 설계 특성을 파악하고자 한다. 또한 이렇게 얻어진 분석 결과를 이용하여 제품의 설계 특성을 파악하고 효율적인 설계 과정을 제안하고자 한다. 이 논문은 공리적설계 방법(axiomatic design)을 상용화되고 있는 매립형 공기조화시스템에 적용하였다.

2. 공리적설계

공리적 설계는 개념설계를 도출하거나, 기존설계를 분석하여 설계특성을 파악하고 개선하는데 유용하게 사용되는 설계방법 중 하나로 알려져 있다. 공리적 설계에서 설계란 ‘무엇을 이룰 것인가?’와 ‘어떻게 이룰 것인가?’ 사이에서의 상호작용으로 정의된다. 이때 ‘무엇’에 해당하는 것이 기능요구(Functional Requirements)이며, ‘어떻게’에 해당하는 것이 설계파라미터(Design Parameters)이다. 기능요구와 설계파라미터는 모두 계층구조의 형태로 분해(Decomposition)할 수 있다. 이 때 하위레벨의 기능요구는 상위레벨의 기능 요구를 기준으로 분해되는 것이 아니라, 상위 레벨의 설계파라미터를 기준으로하는 지그재그과정(Zigzagging Process)를 통하여 분해된다. 이러한 과정을 통하여 얻어진 기능요구와 설계파라미터들 간의 관계는 식 (1)과 같은 설계 방정식(Design Equation)으로 표현될 수 있다.⁽²⁾

$$\{FRs\} = [A]\{DPs\} \quad (1)$$

공리적 설계에서 제시하는 기본 공리는 독립 공리(Independent Axiom)와 정보 공리(Information Axiom)의 두 가지 이다. 독립 공리는 기능요구들 간의 독립성이 유지되는 설계가 좋은 설계라고 이야기 하고, 이런 독립성이 존재하도록 제품을 설계하라고 말한다. 기능요구들 간의 독립성은 식 (1)의 [A], 즉 설계 행렬로부터 파악할 수 있다. 설계 행렬 [A]는 기능요구와 설계파라미터들 간의 관계로부터 Table 1 과 같이 비연성 설계(Uncoupled design), 비연성화 설계(Decoupled design), 연성 설계(Coupled design)으로 구분되며, 기능요구의 수와 설계파라미터의 수의 차이로부터 Table 2 와 같이

이상 설계(Ideal design), 과잉 설계(Redundant design), 연성 설계(Coupled design)으로 구분된다.

Table 1 에서 비대각원소(nondiagonal element)가 모두 영이 되어 설계파라미터가 각각의 기능요구를 독립적으로 만족시키는 비연성 설계, 설계파라미터가 일정한 순서를 가지면 기능요구의 독립성이 유지되는 비연성화 설계, 어떤 형태로든 기능요구의 독립성을 만족하지 못하는 연성설계라고 한다. 이때 비연성 설계와 비연성화 설계는 독립 공리를 만족하는 좋은 설계라 할 수 있다. 또한 Table 2 와 같이 기능요구의 수보다 설계파라미터의 수가 많은 경우를 과잉 설계(redundant design)이라고 하고, 이와 반대의 경우, 즉 기능요구의 수가 설계파라미터의 수보다 많은 경우를 연성 설계(coupled design)이라고 하며, 이 경우 독립공리를 만족하도록 설계파라미터의 수를 조정하여 기능요구와 설계파라미터의 수가 같은 이상 설계(ideal design)의 형태로 변형시키는 것이 바람직하다.

3. 공리적 설계를 이용한 매립형

공기조화시스템의 상세설계분석

매립형 공기조화시스템은 다른 공기조화시스템들과 마찬가지로 설계자들의 경험과 직관을 통하여 설계가 이루어지고 있다. 이런 단점을 극복하고 효율적인 설계 과정을 확립하기 위하여 공리적 설계 기법을 기반으로 매립형 공기조화시스템에 대한 상세설계분석을 수행하였다. 매립형 공기조

Table 1 Relationship between FRs and DPs

	Uncoupled design	Decoupled design	Coupled design
Design Matrix	$\begin{bmatrix} A_{11} & 0 \\ 0 & A_{22} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} A_{11} & 0 \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} \\ A_{21} & A_{22} \end{bmatrix}$

Table 2 Ideal design, redundant design and coupled design

	Design Equation
Ideal design	$\begin{Bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} & 0 \\ 0 & A_{22} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \end{Bmatrix}$
Redundant design	$\{FR_1\} = [A_{11} \ A_{12}] \begin{Bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \end{Bmatrix}$
Coupled design	$\begin{Bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11} \\ A_{21} \end{bmatrix} \{DP_1\}$

화시스템의 기능요구를 정의하기 위하여 소비자 요구 및 제조회사 내부 요구들을 반영하였으며, 또한 이들 상위 기능요구들을 기준으로 세부적인 기능요구들을 도출하였다.

3.1 매립형 공기조화시스템의 FRs - DPs 정의

매립형 공기조화시스템을 사용하는 사용자들과 공기조화시스템의 상품기획, 제조 및 판매와 관련된 내부 관계자들의 의견을 반영하여 총 7 가지의 기능요구와 4 개의 제한조건(Constraints, Cs)을 Table 3 과 같이 선정하였다. 기능요구와 제한조건을 만족하는 설계파라미터는 상용화되어 있는 매립형 공기조화시스템의 제품분석을 통해 정의하였다.

이렇게 얻어진 기능요구와 설계파라미터의 관계를 식 (2)에 나타내었으며, 식 (2)의 설계행렬을 통해 전체 매립형 공기조화시스템은 비연성화 설계특성을 보이고 있는 것을 확인할 수 있다.

$$\begin{Bmatrix} FR_1 \\ FR_2 \\ FR_3 \\ FR_4 \\ FR_5 \\ FR_6 \\ FR_7 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X & O & O & O & O & O & O \\ X & X & O & O & O & O & O \\ O & X & X & O & O & O & O \\ O & X & X & X & O & O & O \\ O & O & O & O & X & O & O \\ O & X & X & O & X & X & O \\ X & X & X & X & X & X & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_1 \\ DP_2 \\ DP_3 \\ DP_4 \\ DP_5 \\ DP_6 \\ DP_7 \end{Bmatrix} \quad (2)$$

3.2 매립형 공기조화시스템의 상세설계분석

식 (2)에서 얻어진 상위 7 가지 기능요구와 설계파라미터를 지그재그 과정을 통해 상세 부품 단위까지 설계분석을 수행하였다. 이번 연구에서는 상위 7 개의 기능요구 모두에 관해 상세 부품 단위까지 설계 분석을 수행하였으나, 그 중 FR₂에 관한 지그재그 과정을 Fig. 1 과 같이 예를 들어 설명하였다.

3.3 전체설계행렬 (Complete design matrix)

상세설계분석을 통해 매립형 공기조화시스템에 대한 전체행렬을 Fig. 2 와 같이 전개하였다. 전체행렬의 구성은 매립형 공기조화시스템과 관련된 모든 기능요구가 좌측(A), 그와 관련된 모든 설계파라미터들이 상위(B)에 배치되어 있다. 중앙(C)에는 기능요구와 설계파라미터간의 관계를 보여주는 설계행렬(Design Matrix, DM)이 있고 하단에 설계시 반드시 만족해야 하는 제한조건(D)으로 구성되어 있다. 이를 통해 설계특성, 설계순서, 부품간의 관련성을 파악할 수 있다.

4. 설계분석결과를 통한 매립형 공기조화시스템의 설계특성분석

4.1 매립형 공기조화시스템의 FRs 와 DPs 의 관계
매립형 공기조화시스템은 전반적으로 비연성화 설계의 특성을 보인다. 그러나 Fig. 2 에서 전체행렬의 구조가 정방행렬이 아닌 것을 확인할 수 있다.

Step 1: FR₂ → DP₂

FR₂= 실내환경(실내부+천정)에 알맞은 기류를 형성하라.

DP₂= 실내기류형성시스템

Step 2: DP₂ → FRs

FR₂₁= 실내환경(실내부+천정)에 알맞은 공기순환 방향을 제공하라.

FR₂₂= 실내환경(실내부+천정)에 맞는 공기유동 (풍량)을 발생시켜라.

Step 3: FR₂₂→DPs

DP₂₁= 실내부 공기방향조절장치

DP₂₂= 공기풍량시스템(실내기)

Fig. 1 Zigzagging process of FR₂

Table 3 Required conditions for a mount type HVAC control system

고객 요구 사항		기능요구 (FRs)	설계파라미터(DPs)
소비자요구	바닥까지 시원함을 느낀다./한낮에 틀어도 시원하다./ 빨리 시원해진다.	실내부를 충분히(빠르게)냉방시켜라. (FR ₃)	공조시스템
	많은 양의 찬바람이 나온다./토출 공기가 역류되지 않는다. 필요한 토출부 vane 의 개별제어가 가능해야 한다. 실사용 공간에서 온도 분포가 균일하다.	실내환경(실내부+천정)에 알맞은 기류를 형성하라. (FR ₂)	실내기류형성 시스템
	간단하게 조작한다./ 외부에서 운전지령가능/ 멀리서도 조작할 수 있다.	사용자가 원하는 환경을 설정할 수 있게하라. (FR ₆)	HVAC 설정시스템
	조용히 운전한다./ 음색이 좋아야 한다./ 이상한 소리가 들리지 않아야 한다.	HVAC 의 진동/소음을 최소화하라. (FR ₄)	진동/소음 저감 시스템
	사용시 전기료가 적게 나온다./ 제품정지 시 전기료가 나오지 않는다.	HVAC 효율이 1등급이 되게하라. (C)	공기정화시스템
	공기 중의 먼지나 이물질 냄새를 제거하는 등의 기능을 가져야 한다.	실내공기의 청정성을 유지하라. (FR ₅)	유지/보수시스템
내부 요구 (기획, 생산 등)	사용에 꾸준한 관리가 필요한 기계이므로 유지/관리에 관련된 기능에 대한 고려가 필요하다.	HVAC 의 유지/보수성을 최대화하라. (FR ₇)	유지/보수시스템
	설치 후 미관상 아름다워야 하며, 가능하면 작은공간을 사용하여야 한다.	HVAC 의 실내 점유공간을 최소화하라. (FR ₁)	천정삽입형구조
	냉방성능이나 에너지 효율 이외에도 만족해야 하는 많은 규격들이 존재한다.	관련규격을 만족시켜라. / HVAC 이 충분히 삽입될 수 있게 하라. (C)	
많은 제품생산을 위해서 설계 비용을 최소화할 수 있어야 한다.	HVAC 제작비용을 최소화하라. (C)		

다. 그 원인은 주로 공기조화시스템의 냉방성능과 소음에 관련된 부분이 과잉설계와 연성설계의 특성을 보이고 있었기 때문이다.

분석내용 중 과잉설계의 예를 들면 아래와 같다.

FR₂₂₂(: 회전운동에 의한 공기유동을 발생시켜라.)와 같은 기능요구를 만족하기 위한 설계파라미터는 DP₂₂₆₋₂₂₁₀ 까지 5 가지이다. 이는 식 (3)과 같이 한 가지 기능요구를 만족하기 위해 연관된 설계파라미터를 모두 조절해야 하기 때문에 많은 시행착오가 발생함을 의미한다.

$$\{FR_{222}\} = \begin{bmatrix} X & X & X & X & X \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} DP_{226} \\ DP_{227} \\ DP_{228} \\ DP_{229} \\ DP_{2210} \end{Bmatrix} \quad (3)$$

매립형 공기조화시스템의 분석결과를 살펴보면 과잉설계뿐만 아니라 연성설계의 특성을 가지는 것을 알 수 있다. 대표적인 연성설계의 예는 공조 시스템이다. 그 중 냉동사이클은 설계자들이 설계 시 가장 많은 어려움을 겪는 부분이기도 하다. 분석을 통해 원인을 살펴보면 다음과 같다.

FR₃₁ = 냉매의 상태변환이 가능한 압력을 발생시켜라.

FR₃₂ = 실내부를 충분히 냉방 시키기 위해서 목표냉방능력에 도달할 수 있는 냉매의 유량을 발생시켜라.

DP₃₁ = 압축기 시스템

$$\begin{Bmatrix} FR_{31} \\ FR_{32} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} X \\ X \end{bmatrix} \{DP_{31}\} \quad (4)$$

식 (4) 와 같이 냉매의 상태변환과 유량을 발생시키기 위한 2 가지의 기능요구를 만족시키는 설계파라미터는 한가지이다. 모세관 시스템도 이와 유사한 경향을 보인다. 이런 압축기 시스템과 모세관 시스템은 모두 냉동사이클의 구성요소들이다. 이와 같은 냉동사이클의 연성 설계 특성이 설계자들이 설계 시 많은 어려움을 겪을 수 밖에 없는 원인인 것으로 판단된다.

이러한 과잉설계와 연성설계의 특성들이 누적되어 매립형 공기조화시스템의 전체 설계행렬이 정방행렬로 생성되지 않았으며, 이것이 설계 시 많은 피드백이 발생하는 원인이라고 판단된다. 이러한 설계특성은 공리적 설계의 관점에서 바람직하지 않은 설계이므로, 각각의 기능요구를 독립적으로 만족시킬 수 있도록 설계파라미터의 수를 조절하거나 제품에 대한 새로운 개발이 필요함을 보여 준다.



Fig. 2 Complete Design Matrix

4.2 설계순서도 (Design Flow)

공리적 설계에서 제시하는 결합의 형태는 크게 3 가지이다. 비연성 설계의 경우 독립적인 설계 후 결합하는 과정(summing junction), 비연성화 설계의 경우 일정한 순서를 갖는 설계과정(control junction), 연성설계의 경우 많은 피드백을 거쳐야 하는 설계 과정(feedback junction)들이다.⁽²⁾

예를 들어, Fig. 3 는 식 (2)의 설계행렬을 토대로 만든 매립형 공기조화시스템의 전체 순서도이다. 전체적으로 일정한 순서를 보였으며, 기본적인 공기정화시스템과 같은 독립적인 기능요구는, 다른 설계과라미터들과 달리 독립적으로 설계한 후 결합하는 과정으로 설계하는 것이 가능한 특성을 보이는 것을 알 수 있었다. 이와 같이 분석을 통해 도출한 설계행렬로 매립형 공기조화시스템 전반의 설계순서를 확인함으로써 설계자가 제품 전체의 설계과정을 포괄적으로 이해하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 판단된다.

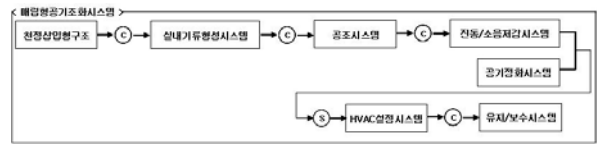


Fig. 3 Design flow of a mount type HVAC control system

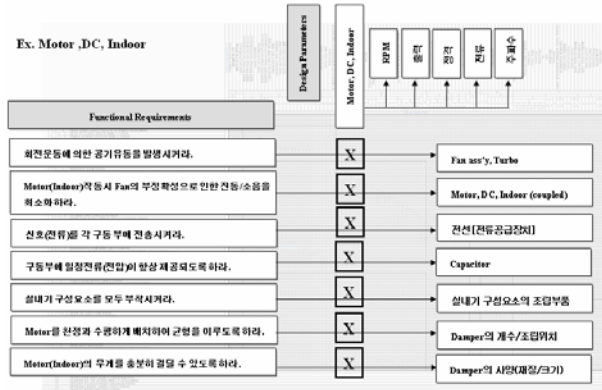


Fig. 4 Relationship between DP-DPs (Motor, DC, Indoor)

4.3 부품간의 관련성

전체설계행렬로부터 기능요구와 설계과라미터와의 관계에 대한 설계순서 뿐만 아니라, 각 설계과라미터들간의 관련성 또한 파악할 수 있다. 예를 들어, Fig. 4 과 같이 실내의 기류를 결정하는 Motor, DC, Indoor 의 경우 비대각원소들을 통하여 확인할 수 있는 관련 기능요구들은 모두 7 가지이며, 각각의 기능요구에 해당하는 설계과라미터들이 Motor, DC, Indoor 와 관련이 있는 부품임을 확인할 수 있다. 이와 같은 방법으로 매립형 공기조화시스템의 전반적인 부품간의 관련성을 파악하였다. 이를 통해 설계자가 현재의 부품과 관련되어 전후 단계에서 고려해야 할 부품들을 모두 제시함으로써 설계시간을 효율적으로 단축시킬 수 있다.

4.4 성능시험과의 연관성

설계가 완료된 공기조화시스템 제품은 성능시험

Table 4 List of a performance test (KS)

KS 규격	성능시험
1	구조시험
2	재료시험
3	안전성능시험
4	오결전, 오전압 결상시험
5	냉매누설시험
6	냉방능력시험
7	냉방소비전력시험
8	풍량정압시험
9	온도시험
10	절연저항시험
11	누설전류시험
12	절연내력시험
13	주수절연시험
14	전압변동특성시험
15	기동특성시험
16	이슬맺힘시험
17	저온결빙시험
18	냉방과부하시험
19	전기자기적합성시험
20	소음시험

Table 5 Relationships of performance test and FRs-DPs

시험항목	FRs	DPs
소음 시험	압축기가 실내부에 미치는 진동/소음의 영향을 최소화하라	압축기의 위치(실외)
	압축기를 지면과 수평하게 배치하여 균형을 이루도록 하라	Damper, Compressor 의 <개수/조립위치>
	압축기의 무게를 충분히 견딜 수 있도록 하라	Damper, Compressor 의 <재질/크기>
	냉매가 긴 냉매 이동관을 이동할 때 진동/소음을 최소화하라	Damper, Tube
	고압의 냉매가 단면적의 변화가 있는 냉매 이동관을 이동할 때 발생하는 진동/소음을 최소화하라	Damper butyl
	Motor(Indoor)와 동시 회전축의 부 정확성으로 인한 진동/소음을 최소화하라	Motor, DC, Indoor <RPM/출력/경격/전류/주파수>
	Motor(Indoor)를 천정과 수평하게 배치하여 균형을 이루도록 하라	Damper 의 <개수/조립위치>
	Motor(Indoor)의 무게를 충분히 견딜 수 있도록 하라	Damper 의 <재질/크기>
	Orifice(Indoor)를 통해 들어온 공기가 수직방향으로 흘러 증발기로 이동할 때 소음을 최소화 하라	Fan, Turbo<내외경비 & Orifice 직경>
	Fan(Indoor)으로 들어온 공기가 수직방향으로 흘러 증발기로 이동할 때 소음을 최소화하라	Fan, Turbo<날개개수/날개형상/외경/높이/방열용구명>
	공기가 증발기를 통과할 때 소음을 최소화하라	Plate.tube path 의 수 & 단면크기/형상/Evaporator 의 전체형상
	기기 내부에서 공기의 방향 전환시 소음을 최소화하라	Cabinet, EPS(뚜껑, 내부형상 등)
	불완전한 체결로 인한 조립부품간의 진동/소음을 최소화하라	부품간 체결위치/체결방법

과정을 거쳐야만 하는데, 성능시험과정은 설계된 제품의 성능을 확인하는 매우 중요한 작업이다. 성능시험에서 제품이 판정기준을 만족하지 못하는 경우 이를 만족하도록 설계를 개선하고 다시 시험하는 과정을 반복하게 되는데, 이 과정은 많은 시간을 허비하는 요인이다.

성능시험을 통과하지 못한 경우, 설계를 개선하는 과정에서 성능시험과 관련된 기능요구와 설계 파라미터들을 확인할 수 있다면 효율적으로 설계를 개선할 수 있다. 이번 연구에서는 공기조화시스템의 성능시험과 관련된 기능요구들을 정의함으로써 공기조화시스템 설계 개선 시 설계에 필요한 비용과 시간을 최소화할 수 있도록 하였다. 이를 위하여 공기조화시스템과 관련된 한국공업규격(KS)의 내용을 토대로 총 20 개의 냉방전용 공기조화시스템의 성능시험항목을 Table 4 와 같이 정리하였다. 각 시험항목의 규정된 시험조건에서 제품의 합격/불합격의 기준이 되는 판정기준(기준치)와 관련성이 있는 기능요구와 설계파라미터의 항목을 파악하여 분류하였다. Table 5 는 소음시험과 기능요구와의 분류표의 예이다. 규정된 소음시험 조건을 만족한 상태에서 소음 발생의 원인이 되는 기능요구들과, 소음을 줄이기 위해 필요한 기능요구들이 관련이 있는 것을 확인할 수 있다.

이러한 방법으로 Table 4 에 제시된 모든 성능시험항목과 연관된 기능요구-설계파라미터를 정의하였다. 이를 통해 설계자가 제품 설계 후, 성능시험을 할 때 각 항목에 관련된 설계파라미터들을 즉시 확인하고 개선할 수 있어 설계과정을 효과적으로

로 진행할 수 있다.

위에서 설명된 상세설계분석 내용들을 설계자들이 실제 설계단계에 적용할 수 있도록 설계매뉴얼을 작성하였다. 설계매뉴얼에는 Fig. 5 와 같이 제품의 전반적인 설계 특성, 설계 순서, 설계파라미터들 간의 관계 및 기능요구-설계파라미터와 성능시험과의 연관관계에 관한 정보를 하이퍼링크를 이용한 문서의 형태로 유기적으로 구성하였다.

5. 결론

본 연구에서는 설계자들이 매립형 공기조화시스템을 설계할 때 관용화된 설계방법의 사용으로 인해 발생하는 많은 시행착오와 손실을 줄이기 위하여 공리적 설계 기법을 이용하여 매립형 공기조화시스템의 상세분석을 수행하였다. 제품의 설계 특성을 정확히 파악하기 위해서 매립형 공기조화시스템을 부품 단위까지 상세하게 분석하였다.

설계분석을 통해 설계 특성 및 합리적인 설계 순서, 설계파라미터들 간의 연관관계 등의 여러가지 정보를 얻었으며, 얻어진 정보를 매뉴얼화하여 설계자가 실제 설계과정에 쉽게 적용할 수 있도록 하였다. 이러한 연구결과가 향후 매립형 공기조화시스템을 설계하는데 반영된다면 설계자가 다양한 공기조화시스템 성능, 소비자의 요구와 수요를 만족할 수 있는 제품설계를 더욱 효과적으로 할 수 있을 것이다.

독립공리특성을 반영하여 분석결과 냉방성능과 소음에 관련된 부분이 과잉설계와 연성설계의 특징을 보이는 것을 확인할 수 있었으며, 이것이 설계 시 많은 피드백 과정이 발생하는 이유인 것으로 판단된다. 향후 연성 설계 또는 과잉 설계 특성이 존재하는 부분에 대하여 독립공리를 만족하는 설계를 찾기 위한 연구 개발이 필요할 것으로 판단된다.

후 기

이 논문은 2008 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구(No. R01-2008-000-10012-0)이며, 2008 년도 2 단계 두뇌한국 21 사업에 의하여 지원되었음.

참고문헌

- (1) Nam, P. S., 1990, "The Principles of Design," *Oxford University Press*, pp. 3~146.
- (2) Nam, P. S., 2001, "Axiomatic Design: Advances and Applications," *Oxford University Press*

부품명 (or 설계파라미터): Fan Ass'y, Turbo

FR₁₀₀: 회전운동에 의한 공기유동을 발생시켜라
 DP₁₀₀: Fan Ass'y, Turbo 날개수
 DP₁₀₁: Fan Ass'y, Turbo 내/외경비
 DP₁₀₂: Fan Ass'y, Turbo 굽구름
 DP₁₀₃: Fan Ass'y, Turbo 날개형상
 DP₁₀₄: Fan Ass'y, Turbo Pitch/Chord ratio

1. 관련 FRs

No.	Functional Requirements	Design Parameters
1	FR ₁₀₀ : 사용자가 원하는 만큼 회전운동을 발생시켜라. ⁽¹⁾	DP _{100,101,102,103,104} : Motor Ass'y/D/C/Indoor <RPM/윤곽/굽구름/날개/굽구름>
2	FR ₁₀₁ : Office(Indoor)를 통해 들어온 공기가 Fan(Indoor)으로 이동한 때 소음을 최소화하라. ⁽²⁾	DP ₁₀₁ : Fan ass'y, Turbo 내/외경비
3	FR ₁₀₂ : Fan(Indoor)으로 들어온 공기가 두방향으로 후리 운동기로 이동한 때 소음을 최소화하라. ⁽²⁾	DP _{100,101,102,103,104} : Motor Ass'y/D/C/Indoor <RPM/윤곽/굽구름/날개/굽구름>
		DP ₁₀₀ : Fan ass'y, Turbo 날개수
		DP ₁₀₁ : Fan ass'y, Turbo 내/외경비
		DP ₁₀₂ : Fan ass'y, Turbo 굽구름
4	FR ₁₀₃ : 실내기 구성요소의 모두 무작기 해라. ⁽²⁾	DP ₁₀₀ : 실내기 구성요소의 독립부품

2. 사 양

8. 비 고: 과잉설계(Redundant Design) or 연관설계(Coupled Design)

4. 요구기능기법:

- 공감경합기법
- 소용크기법
- 인양논리기법
- 간접연동복합기법
- 극소경합기법

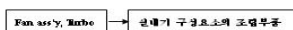


Fig. 5 Constitution of design manual