

조립 및 분리용이성을 고려한 컴퓨터 케이스 재설계

이정우*(동명정보대 로봇시스템공학과), 김인호(동명정보대 로봇시스템공학과)

Redesign for Ease of Assembly and Disassembly in Computer Case

Jung-Woo Lee*(Robot System Eng. Dept., TIT), In-Ho Kim(Robot System Eng. Dept., TIT)

ABSTRACT

In this paper, a redesign of computer case is proposed by applying some guide lines of assembly and disassembly to an existing computer case. Some problems such as increase of number of disassembly and vibration, and difficult assembly and disassembly from unfittable covers are recognized through analysis of geometrical structure and practical assembly and disassembly. A solution of these problems is proposed through ideas of ease of assembly and disassembly. Design for Environment Software is used to evaluate both redesigned and existing products. Time of assembly and disassembly and MET-point are especially calculated by the software, and these data give us a good guide for analysis of ease of assembly, ease of disassembly and environmental influence in both products.

Key Words : Ease of Assembly and Disassembly, Design for Environment

1. 서론

동시공학(Concurrent Engineering, Simultaneous Engineering)은 제품의 설계, 생산 및 그와 관련된 공정들을 통합하고 동시에 적용할 수 있는 체계적인 접근방법으로서, IDA(Institute for Defense Analysis)에 의해 처음 사용되기 시작하였다. 이 방법은 개발자로 하여금 제품의 설계 초기에서 폐기까지 제품 수명 주기의 모든 면을 고려하게 한 공학적 접근법으로, 여기에는 품질, 가격, 일정 및 소비자의 요구사항까지가 포함된다. 종래의 공학설계는 순차적으로 수행되었으며, 전문 엔지니어팀이 다른 부서, 즉 제조, 판매, 혹은 소비자 서비스 팀의 의견이나 도움이 없이 독자적으로 제품을 설계한다. 이러한 방법은 설계 초기부터 반복적인 설계 변경에 이르기까지 부서간의 상호 의견교환부족으로 인해 시장에 제품 출시가 지연되는 등의 문제점 일 발생하였다. 하지만 동시공학의 개념을 이용한 공학설계는 설계의 초기 단계에서부터 관련된 부서로서 설계, 제조, 관리 및 판매 부서가 참여한다. 이러한 상호협동은 많은 양의 설계변경을 줄이거나

없앨 수도 있다. 따라서 신제품의 개발시간을 단축시키며, 이를 통해 적시에 제품을 시장에 출시할 수 있다. 또한 초기 제품개발 단계에서 판매 부서와 소비자 서비스 부서를 통하여 소비자의 욕구를 알게 되므로, 신제품이 품질과 기능측면에서 소비자의 욕구를 정확하게 만족시킬 수 있으므로 시장에 쉽게 파고 들어갈 수 있다.[1]

조립, 분리용이성 또는 환경을 고려한 설계는 동시공학의 개념을 적용한 설계라 할 수 있다. 이들은 서로 관련이 있으며, 특히 환경을 고려한 설계(Design For Environment ; DFE)는 세계적으로 연구 대상이 되고 있다[2]. EU에서는 전자제품의 경우 환경에 미치는 영향을 고려해 범플로써 수거를 의무화하고 있으며, 모든 EU 차생산자들은 2006년부터 의무적으로 사용된 차들을 모두 회수하여 재활용해야 한다.[3] 네덜란드, 영국, 프랑스, 일본, 스웨덴, 벨기에, 미국 등 선진국에서는 제품의 전 과정 동안에 환경에 대한 규제를 강화하고 있다. 또한 현재 진행 중인 환경 관리에 대한 표준인 ISO 14000은 앞으로 무역규제에 대한 실질적인 역할을 수행할 것으로 예상되고 있다.[4] 기존 제품이나

신제품이 환경을 고려한 설계로 진행되기 위해서는 조립이나 분리를 고려한 설계가 먼저 진행되어야 한다. 즉 제품들을 분리했을 때 바로 재사용·재활용 가능한 부품, 재가공후 사용 가능한 부품, 부품을 다시 녹여서 원재료로 사용 가능한 부품 및 폐기처리 되어야할 부품으로 분류할 수 있게 설계되어야 하며, 이들은 곧 환경에 영향을 주게 된다.

본 연구는 컴퓨터 케이스를 대상으로 기존 제품의 구성품이 갖는 문제점을 도출하고, 그것을 해결하기 위한 재설계 방안을 제시한다. 이 경우, 에너지 방출, 윤활유 방출, 기계 가공시 제거되는 칩 등에서 발생하는 환경저해요소는 고려하지 않았다. 재설계를 했을 때 기존 제품과의 결과에 대한 형상 및 성능 검토를 위해 각각 AutoCAD 2000 및 DFE(Design for Environment) S/W를 사용하여 적용했다.[5,6] 성능 검토한 결과 중 하나로 MET-Point가 제공되는데, 이는 불충분한 재료들의 사용, 에너지 사용 및 독성요소 방출을 계량화하여 제공하는 값으로서 두 제품이 환경에 미치는 영향력을 상호 비교할 수 있게 한다.

2. 조립 및 분리용이성을 위한 가이드라인

2.1. 조립 용이성을 위한 가이드라인

조립을 쉽게 할 수 있는 기본 방법으로는 부품수 감소, 부품취급방법의 개선 및 조립방법의 개선의 세가지로 구분할 수 있다. 먼저, 부품수 감소를 위해서는 제품의 기능을 만족한다면 사용되는 부품들을 통합하여 하나의 부품으로 설계하거나 체결방법을 바꾸도록 설계하므로써 부품수를 줄일 수 있다. 다음으로 부품 취급방법의 개선을 위해서는 부품을 조립하기 전에 부품을 이동하거나 조립준비를 할 때 조립방향이나 대칭성을 이용한다면 부품취급 시간을 줄일 수 있다. 마지막으로 조립방법의 개선을 통한 조립성 향상의 방법으로서, 현재 부품들을 조립할 때 조립환경을 고려하지 않는 설계로 인하여 의외로 조립시간이 많이 걸리거나 조립간섭 등이 발생하는데 이는 부품기능이 유지만 된다면 부품형상을 조립환경에 맞도록 변경함으로써 조립성을 향상시킬 수 있다.[2,7,8]

2.2. 환경을 고려한 분리 가이드라인

제품의 환경영향성을 설계단계에서 분석하고 평가할 수 있는 방법이다. 이를 위하여 설계과정에서 제품의 분해과정을 조립과 더불어 분석하고, 재활용 또는 재사용의 정보로부터 설계된 제품의 환경영향성을 평가하며, 그 결과로부터 경제적 이윤을

최대화할 수 있도록 제품을 설계대안을 비교하여 최종 설계안을 확정한다. 이 때 사용되는 가이드라인은 다음과 같다. 제품구조 및 분리 비용의 범위 내에서 제품이익을 높이기 위해 가능한 한 재사용 또는 재활용한다. 독성항목의 재료를 최대한 제거한다. 단순한 재료들로 구성된 조립품이 되게 설계한다. 가치있고 독성이 있는 물질들을 첫 번째로 분리할 수 있도록 제품구조를 변경하여 설계한다. 분해되는 부품들을 가능하면 통합하도록 설계한다. 서로 인접하는 부품들이 재활용 부품들이면 같은 재료를 사용하도록 설계한다. 부품을 분해하기 쉽도록 스냅 피트 등을 사용하여 연결부위를 개조한다. 공통적으로 재활용되는 재료를 선택한다. 재료에 재사용, 재활용, 열가소성, 독성 등을 표시한다.[6]

3. 조립·분리 가이드라인을 적용한 재설계

3.1. 재설계 흐름도

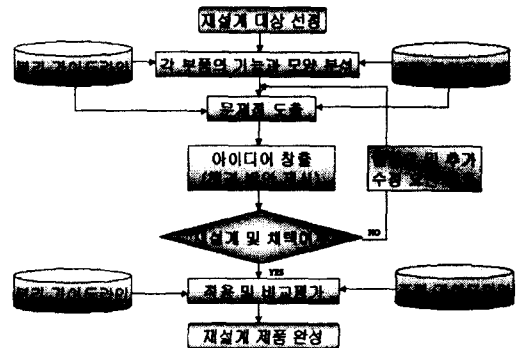


Fig. 1 재설계 흐름도

본 연구에서 제안한 재설계 흐름도는 Fig.1과 같다. 먼저 재설계 대상을 선정한다. 이어서, 재설계 대상 제품을 구성하고 있는 부품의 종류, 기능 및 형상을 분석하고 문제점을 도출한다. 이때 조립 및 분리를 위한 가이드 라인을 적용한다. 다음으로 도출된 문제점을 해결하는 방안을 제시한다. 이어서 재설계 방안의 채택여부를 확인하고 추가 수정사항이 있으면 다시 돌아가서 문제점을 해결하는 아이디어를 창출하고, 추가수정사항이 없으면 재설계 제품을 적용하여 기존제품과 비교 평가한 후, 최종 제품을 완성한다.

기존 컴퓨터 케이스의 부품들을 살펴보면 윗 덮개(Top cover) 1개, 측면 덮개(Side cover) 2개, 바닥

뒷개(Bottom cover) 1개, 정면 덮개(Front cover)2개, 드라이브 조립체(Drive Ass'y Base : Hard, FDD, CD-ROM) 3개, 내부 윗 덮개(Internal Top cover) 1개, 메인보드 덮개(Mainboard cover) 1개로 구성되어 있다. 본 연구에서는 이들 중 특정 부품의 조립이나 분리가 불편한 부품들을 도출하여 재설계 방안을 제시하였다.

3.2. 재설계

보다 환경친화적인 제품을 생산하기 위하여 개선효과를 평가하므로써 제품을 재설계한다. 여기서는 우리가 많이 사용하는 컴퓨터 케이스를 개선효과 평가방법에 적용한다. 컴퓨터를 재설계 대상으로 선정한 것은, 컴퓨터 수요가 증가함에 따라 컴퓨터 고장에 의한 분리횟수가 증가되고, 컴퓨터 덮개에 나사를 결합한 채 사용하므로 덮개 진동이 증가하고, 하드 드라이브의 분리·조립 어려움과 케이스 구조의 복잡성으로 인한 사용 불편 때문이다. 컴퓨터 케이스 부품들 중 측면 덮개와 윗 덮개의 기존 부품과 재설계한 부품은 Fig. 2(a), Fig. 2(b), Fig. 3(a), Fig. 3(b)와 같다.

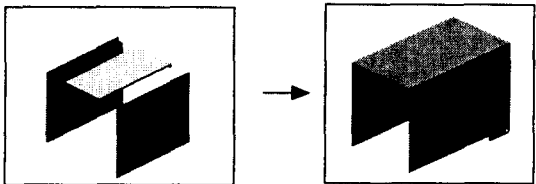


Fig. 2(a) 기존 부품

Fig. 2(b) 재설계 부품

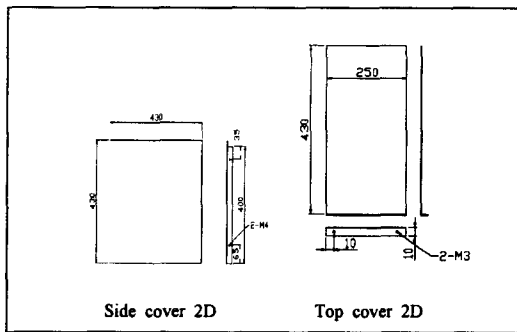


Fig. 3(a) 기존 부품 2D

Fig. 3(a)의 기존 제품은 6개의 나사가 있지만 Fig. 3(b)의 재설계 제품은 나사가 들어가지 않고 트릭이 모래를 붓듯이 힌지를 사용하였다. 각종 카드의 장착·탈착을 쉽게 하기 위해 몸체 덮개의 옆면을 절단하였다. 절단한 결과 회전반경도 줄이고 카드 장착·탈착시 공구접근이 쉽게 설계되었다.

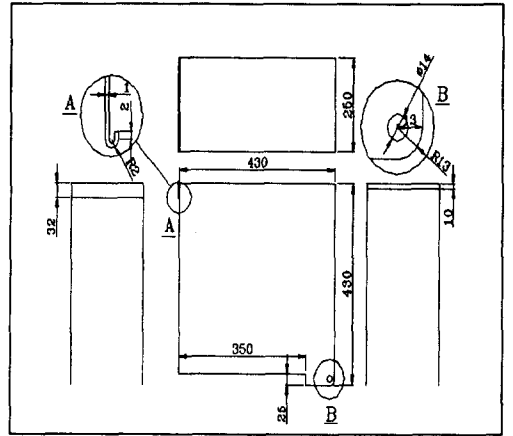


Fig. 3(b) 재설계 부품 2D(Body cover)

기존 컴퓨터 케이스의 바닥 덮개는 리벳 핀 구멍이 나있지만 재설계 컴퓨터 케이스의 바닥 덮개에서는 스냅 피트를 할 수 있는 구멍을 내 놓았으며 힌지 구멍도 있다.

정면 덮개의 리벳 핀 구멍을 없애고 '┌'자의 스냅 피트로 설계하여 조립이나 분리를 쉽게 하였고, 재설계 제품에 플라스틱으로 누름 버튼을 설계해 몸체 덮개를 고정시켜 준다. 기존의 제품은 내부 윗 덮개와 연결하는 리벳 핀 구멍 2개가 있다. 재설계 제품에는 철 파이프 스틱 두 개와 연결되는 나사 구멍 두 개가 있다.

기존의 메인보드 덮개의 철의 양을 재설계 부품은 1/2로 줄이고 리벳 핀을 스냅 피트로 바꾸어서 바닥 덮개와 연결하였다. 뒷면 덮개와 연결하는 부분은 나사 두 개로 연결, 강력하게 메인보드를 지지할 수 있다. 기존의 부품은 내부 윗 덮개와 뒷면 덮개, 정면 덮개 3면이 리벳 핀에 의해 연결되어 있었다.

기존의 내부 부품을 보호하고 뒷면 덮개와 정면 덮개를 고정시키는 역할을 하는 내부 윗 덮개 재설계 부품인 파이프 막대로 바꾸었다. 부품 수는 증가하지만 철의 양을 줄였다. 하지만 6개의 리벳 핀을 4개의 나사로 바꾸어 설계하였고, 컴퓨터 케이스의 몸체 덮개 분리상태에서 컴퓨터를 쉽게 이동할 수 있게 손잡이 역할을 한다.

기존의 컴퓨터는 하드 드라이브 조립체와 플로피 드라이브 조립체, CD-ROM 드라이브 조립체 각각 따로 하드, 플로피, CD-ROM을 고정하고 있었지만 재설계 부품은 이것들을 통합하여 하나의 부품으로 만들었다. 철의 양도 기존 컴퓨터 CD-ROM 드라이브 조립체의 양밖에 되지 않는다. 한마디로 기존의 부품을 케이스에 고정하기 위해서는 리벳

핀 16개와 나사 2개가 필요하다. 재설계 부품은 케이스와 고정하기 위해 바닥에 스톱 피트와 앞부분에 단단하게 고정하기 위해 나사 4개가 필요하다. 그리고 하드, 플로피, CD-ROM 드라이브를 고정하기 위해 기존 부품은 나사 4개가 필요하나 재설계 부품은 각 드라이브를 받쳐주기 때문에 나사가 1개만 있으면 고정이 된다. 그 결과 각 드라이브 분리가 더욱 쉬워졌다. 이것은 기존의 CD-ROM 드라이브 조립체의 윗면을 가공하여 세워서 만들었다.

재설계 제품은 부품의 감소로 조립 공간이 넓다. 부품 가공도 쉽고, 조립도 쉽고, 가장 중요한 것은 트럭처럼 케이스를 열 수 있으므로 유지보수가 더욱 쉬워졌다. 유지보수가 쉬우면 전체 수명도 길어지기 때문에 환경적으로 높은 효과를 볼 수 있는 제품이다. 그리고 스톱 피트를 사용하여 제조회사가 이 제품을 수거시 분리가 쉽기 때문에 재활용이 용이하고 분리 시간과 비용을 줄일 수 있을 것이다.

4. 적용 결과 및 고찰

기존의 컴퓨터 케이스와 재설계한 컴퓨터 케이스를 DFE 소프트웨어를 적용하여 비교한 결과가 Table 1 및 Fig. 4와 같다. Table 1을 보면 재설계한 제품이 기존의 제품보다 무게도 가벼워지고, 비용, 제거시간, 총 부품수, 공구사용시간도 줄어들었다. 그래서 유지보수가 용이하게 되고 조립, 분리가 용이하게 된다. 그 이유는 나사, 드라이브 조립품과 여러 부품의 수량 감소 및 형상 변형 때문이다. 또 부품 무게와 공구 접촉시간의 감소 때문에 MET-point 즉 환경영향평가가 지수가 높아져서 재설계 제품이 기존 제품 보다 환경친화적 제품임을 알 수 있다. 이 결과 제품 수거시 기업에 이익이 생긴다. Fig. 4는 두 제품의 환경 및 비용분석 그래프를 보여준다.

Table. 1 제품 비교 결과

항목 \ 종류	기존 Computer Case (Millennium)	재설계 Computer Case (Trucky)	차이
총 부품 수(EA)	109	74	35
총 제거 시간(s)	768.8	401.9	366.9
총 무게(kg)	14.588	12.209	2.379
총 분리비용(\$)	6.41	3.35	3.06
공구를 사용하는 총 시간(s)	88.2	54.6	33.6
Power Supply 누적 MET-point(mMET)	-8084	-7824	260

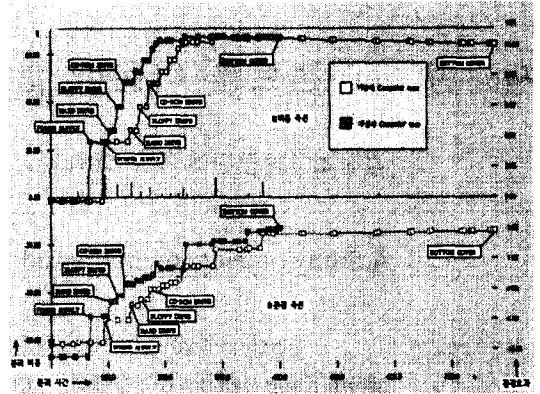


Fig. 4 두 제품의 환경 및 비용분석 그래프

4. 결론

본 연구에서 컴퓨터 케이스를 대상으로 조립과 분리용이성을 고려한 재설계 방법을 제시하였다. 재설계 제품은 조립 및 분리용이성의 가이드라인을 적용하여 설계되었으며 DFE S/W를 적용한 결과 환경에 미치는 악영향을 감소시켰음을 알 수 있었다. 이와같이 동시공학 중 많은 비중을 차지하는 설계초기 단계에서 조립 및 분리를 고려한다면 신제품이 시장에 쉽게 파고 들 수 있을 것이다. 본 연구는 에너지 방출, 윤활유 방출, 기계가공시 제거되는 칩 등의 환경영향요소를 고려하지 않았기 때문에 차후에 이들을 포함한 연구가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

- Shedif D. El Wakil, Processes and Design for Manufacturing, PWS Company, pp. 18-19, 477-480, 1997.
- E.Westkamper, K.Feldmann, G.Reinhart, G.Seliger, Integrated Development of Assembly and Disassembly, Vol.48/2, 1999.
- G.Boothroyd, P.Dewhurst, W.Knight, Product Design for Manufacture and Assembly, Marcel Dekker Inc, 1994.
- 김철원, 조규갑, 제품의 분리성을 고려한 비용평가 방법, 대한산업공학학회지, pp. 284-289, 1998.
- Autocad 2000 사용자 안내서, Autodesk Inc, 1999.
- DFE · DFA USER Guide, Boothroyd Dewhurst, Inc and TNO, 1996.
- 김인호, DFMA의 개요 및 활용방안, 한국CAD/CAM학회지, 제5권 제1호, pp31-34, 1999.
- 목학수, 조립을 위한 설계의 체계화, 산업공학, 제4권 제2호, pp 13-24, 1991.