

산업디자인 프로세스상의 실체화 단계를 위한 동시공학 개념 도입에 관한 연구

A Study on The Application Concurrent Engineering Concept in Industrial Design Practice

김관명 Kwan-Myung Kim
 삼성중공업 산업디자인팀
 Industrial Design Dept.
 Samsung Heavy Industries co., LTD.

임창영 Chang-Young Lim
 한국과학기술원 산업디자인학과
 Dept. of Industrial Design
 KAIST

중심어 : Concurrent Design, Concurrent Engineering, CAID, SLA

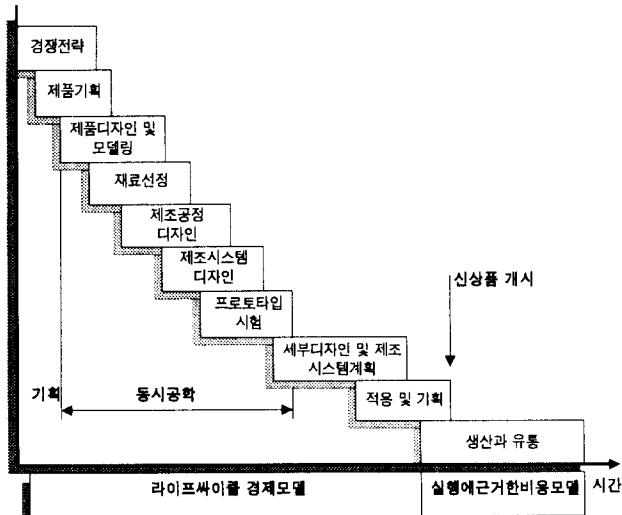
1. 머릿말

제품개발환경이 제품의 디자인에서부터 제조까지의 전 과정을 하나의 일관된 시스템으로 통합하는 동시공학 프로세스로 변화함에 따라 산업디자인의 역할은 매우 중요해지고 있다. 또 컴퓨터 기술이 다양화 됨에 따라 디자인 분야에서 수용해야 될 기술은 더욱 늘어나고 있으며, 단계적인 작업을 컴퓨터로 대체하는 것이 아니라 적극적인 연계와 순환을 고려한 디자인 프로세스의 개발이 필요하다.

본 연구는 이러한 산업디자인 단계에서 디자인을 실체화하는 프로세스를 새로운 제품개발환경인 동시공학의 프로세스에 맞추어 제시하고자 한다.

2. 동시공학의 본질

동시공학은 리드타임을 줄이면서 품질은 높이고 비용을 줄임으로써 경쟁력을 증대시키는 제품개발 방식으로 주요 방법론으로는 제품개발 및 디자인프로세스와 생산프로세스의 개발을 통합하는 것이다. 제조단계에서 볼 때 제품이 처음 디자인 및 설계되는 과정에서, 이후 단계에서 일어날 수 있는 가능한 모든 문제점을 고려함으로써 누적 에러를 막고 제품 개발 주기를 줄일 수 있는 방식이다.(그림 1)



(그림 1) 동시공학의 범위
 (출처) Sohlenius, G. Concurrent Engineering, Annals of the CIRP, Vol.41, Feb. 1992, Stockholm, pp.645.

3. 산업디자인프로세스의 문제점

산업디자인 실체화 단계에서 생기는 문제점들은 크게 디자이너가 사용하는 정보매체의 정확성의 결여에서 찾아 볼 수 있다. 이러한 현상은 디자인 단계에 컴퓨터를 도입하여 일정 정도의 자동화를 이룸으로써 극복할 수 있겠지만, 동시공학 프로세스에 도달하기 위해서는 디자인 실체화 단계의 문제점들을 동시공학의 환경에 맞추어 개선해야 한다.

이렇게 극복되어야 할 기존의 산업디자인 실체화 프로세스에서 생기는 문제점들은 다음과 같다.

- 스케치 단계에서의 표현은 기교와 과장이 많기 때문에 올바른 판단과 정보의 전달이 어렵다.
 - 2차원적 렌더링은 표현의 한계를 가지고 있고, 디자이너의 미술적 감각에 크게 의존해야 하는 단점을 가지고 있다.
 - 이러한 연유로 인하여 스케치와 렌더링은 최종적으로 목업이라는 형태로 치환되어 평가되게 된다. 따라서 시간 및 비용이 비슷하다면 렌더링보다 목업을 많이 만들어 보는 것이 이해나 평가하기에 훨씬 쉬운 방법이다.
 - 스케치나 도면은 그것을 실제 작성한 디자이너와의 외부자에게 오해를 불러일으키기 쉽다.
 - 스케치, 도면, 목업 사이의 정보의 정확성이 낮다. 일단 디자이너가 스케치한 안을 도면을 통해 나타낼 때, 디자이너가 의도한 대로 정확하게 나타내는 것은 쉬운 일이 아니다. 도면은 정해진 도법에 의해 나타내어지는 그림이기 때문에 디자이너가 다루게 되는 자유곡선이나 자유곡면 등은 나타내기가 힘들 뿐만 아니라, 나타낸다 하더라도 수많은 단면도를 구성해야 하는 복잡성을 갖게 되며 단면에서 제외된 부분은 정확도가 떨어지게 된다. 또 3면도법에 의해 작성된 디자인도면의 정확도가 떨어짐으로 해서 도면에 의해 목업이나 워킹모델을 정확하게 만들어 낼 수 없기 때문에 현재로서는 디자이너가 모델러와 함께 제작에 참여하게 되는 것이다.
 - 많은 경우 제품사양이 확정된 후 디자이너는 극히 제한된 분장작업에 참여해 왔기 때문에 디자이너의 기여도가 제한된 범위내에서 이루어진다.
- 이러한 기존 프로세스가 갖고 있는 문제점들은 궁극적으로는

CAID에 의해 해결되어야 하지만 아직은 여전히 컴퓨터를 사용하고 있는 프로세스가 문제를 안고 있다.

전반적으로 디자인프로세스에서 시각화 도구로 사용되는 컴퓨터도구의 문제는 다음과 같이 이야기 할 수 있다.

- 디자이너가 쓰는 CAD시스템은 공학분석과 엔지니어링 도면제작에 사용되던 CAD/CAM시스템에서 발전한 것이 대부분이어서 디자인 프로세스의 특성이나 다루는 대상, 표현양식, 디자이너의 특성에 적합하지 않은 경우가 많다.
- CAD는 기본적으로 공학분석이 포함되어 기구설계의 설계와 분석에 유용한 도구이기 때문에 디자이너에게는 디자인에 적합한 도구가 요구된다.
- 디자인에서의 컴퓨터의 활용에 관한 연구가 아직 많이 이루어지지 않고 있다.
- 디자이너가 사용할 수 있는 도구의 경우라도 그 사용범위가 너무 한정되어 있다. 디자이너는 대부분의 모델링 도구를 시각화 작업 정도로만 사용할 뿐이다. 결국, 3차원 형상데이터를 두고 2차원 도면데이터를 CAD를 이용해서 다시 제작하는 오류를 범하게 되는 것이다.
- CAID와 CAD/CAM 사이에 단절이 있다. 아직은 디자이너가 컴퓨터도구를 제한된 범위내에서 사용하고 있기 때문에 디자인 후속부서로 디자인결과물이 이전될 때 CAD로 작성된 도면만이 전달되게 되고, 이 도면만으로는 불충분하기 때문에 목업이 함께 보내지게 된다. 설계부서에서는 디자인 부서로부터 받은 목업과 도면을 기준으로 하여 다시 설계에 필요한 모델링 작업을 하게 된다.

디자인프로세스의 가장 큰 문제점은 디자이너와 디자인프로세스에 적합하지 않은 도구에 있다. 가장 좋은 방법은 디자이너의 손으로 제품을 생산까지 담당하는 것이겠지만 분업화된 사회에서는 필연적으로 정보의 전달이 필요하므로 디자인 단계에서부터 3차원형상데이터가 생산과정까지 손실되지 않고 전달될 수만 있다면 기존의 제한적인 2차원 도면데이터에 의존했던 문제는 깨끗이 해결될 수 있을 것이다. 또한 하나의 제품에 대한 각 부분간의 이견이나 문제점이 디자인 단계에서 해결될 수 있다면 생산기간의 단축은 물론 디자이너의 의도가 제품에 더욱 반영될 수 있고, 경제적인 측면에서도 많은 잇점을 기대할 수 있다.

4. 동시공학개념을 도입한 산업디자인 실체화 프로세스

1. 동시공학적 디자인 실체화 프로세스의 모델

동시공학적 디자인 실체화 프로세스의 핵심은 디자인 모델링에 있다. 기존의 디자인 실체화 프로세스를 아이디어스케치 - 렌더링 - 도면 - 목업 - 디자인 이전의 단계로 볼 때, 동시공학적 디자인 실체화 프로세스에서의 디자인 모델링 단계는 아이디어스케치의 일부와 렌더링, 도면, 목업 및 디자인 이전의 단계를 하나의 과정으로 통합한 것이다.

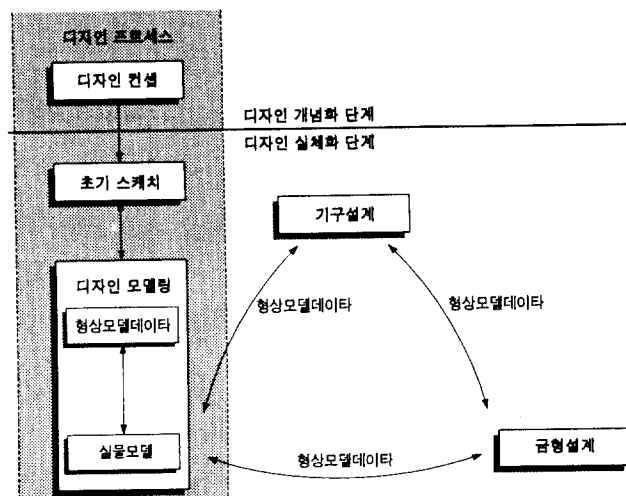
동시공학적 디자인 실체화 프로세스에서 이루어지는 작업과정을 살펴보면 다음과 같이 설명할 수 있다. 먼저 디자인 개

념화 단계에서 아이디어를 초기스케치를 통해 자연스럽게 다양하게 구현한다. 이 초기스케치는 기존의 아이디어스케치와 같은 단계로 비교하여 생각할 수는 있지만, 기존의 아이디어스케치와는 달리 디자인 모델링을 위한 준비작업이 포함된다. 그렇기 때문에 디자이너는 초기스케치 단계에서 몇가지의 기본적인 디자인안을 제시하면서 디자인 모델링시에 변경가능한 여러 변수들을 가지게 된다. 또 초기스케치의 표현양식도 다른 사람에게 보여주고 평가 받기 위한 수단이 아니라 자신의 방식대로 자유롭게 표현하여, 디자인 모델링 단계에서 쉽게 이용할 수 있는 것이 된다.

디자인 모델링 단계에서의 작업은 두가지 측면에서 살펴볼 수 있다. 한가지 측면은 디자인 프로세스내에서 이루어지는 작업과 또다른 한가지 측면은 기구설계 및 금형설계와의 동시적 흐름에 관한 작업이다. 초기스케치가 끝나면 디자이너는 곧바로 디자인 모델링 도구를 이용해 컴퓨터에서 3차원 형상을 만들어 나간다. 이 모델링 도구는 디자이너의 자유로운 발상과 3차원 형상의 제작을 지원한다.

기구설계와 금형설계와의 동시적 흐름은 디자이너가 사용하는 모델러와 기구설계 및 금형설계에서 사용하는 모델러의 통합된 연결에 의해 가능하다. 이 세단계가 공통의 3차원 형상을 이용할 수 있기 때문에 디자인 단계에서 3차원 형상모델 데이터를 입력하게 되면 기구 및 금형설계에서는 이 데이터를 그대로 이용하게 된다. 동시공학적 디자인 실체화 프로세스에서는 3차원 형상 모델데이터를 이용해 기존의 프로세스에 있었던 렌더링, 도면, 목업에 해당하는 디자인 표현이 가능할 뿐 아니라, 디자인 이전에 관해서도 기구설계 및 금형설계와 동시적으로 교류하므로써 이들 단계로의 일방적인 디자인 이전이 아니라 이들 단계에서의 확인, 평가, 수정 및 피드백작업까지가 디자인 프로세스 진행단계에 함께 포함되는 양방향 관계가 된다.(그림 2)

이와 같은 흐름은 기존의 프로세스가 디자인프로세스와 후속 단계로 명확하게 구분되어 각각의 단계가 따로따로 진행되던 것과는 근본적인 차이가 있다. 즉, 기존의 프로세스에서는 디자인 실체화 과정이 몇단계의 순차적인 과정으로 나누어져



(그림 2) 동시공학적 디자인 실체화 프로세스 모델

있고, 디자인이 완료되는 시점에서부터는 더이상 디자인 작업이 발생하지 않으며, 후속단계에서 오류나 수정에 의한 피드백이 요구되면 다시 재차 실체화 프로세스를 거치는 과정으로 되어 있다. 반면 동시공학적인 실체화 프로세스에서는 디자인 모델링 단계에서 기구 및 금형설계와 동시적인 업무교류가 가능하므로써 디자인이 진행됨에 따라 기구 및 금형설계의 작업도 동시에 진행되게 된다.

2. 동시공학적인 디자인 실체화 프로세스에서의 정보의 흐름

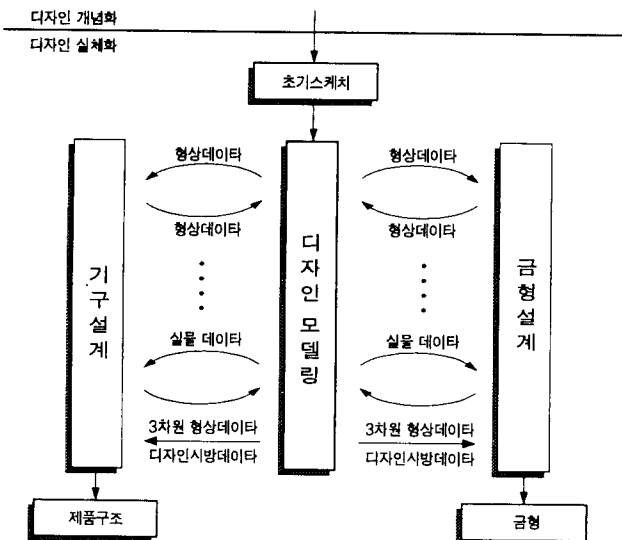
동시공학적인 디자인 실체화 프로세스에서의 정보의 흐름은 디자인 프로세스 자체내에서의 흐름과 기구설계와 금형설계와의 유기적인 흐름으로 파악할 수 있다.

기본적으로 디자인 프로세스내에서는 초기스케치 - 디자인 형상데이터/시방데이터로 정보가 흐르게 된다. 물론 이때 디자인 형상데이터와 시방데이터는 디자인 모델링 도구에 의해 작성되는 것이다.

(그림 3)에서 보면 디자인 실체화 단계의 초기스케치가 디자인 모델링 도구에 의해 3차원 형상 모델데이터로 작성되게 되면 이 데이터는 기구설계와 금형설계에 보내지는 것을 알 수 있다. 기구설계로 보내진 3차원 형상데이터는 기구설계의 제품사양에 맞추어 확인, 평가되어 다시 디자인 모델링 단계로 넘어오게 된다. 디자인 단계로 다시 전달된 3차원 형상데이터는 기구설계에서 필요한 3차원 형상데이터에 관련된 수정사항을 갖고 있으므로, 디자이너는 이 데이터와 디자인 단계에서 요구되는 제품사양과 관련된 자료를 바탕으로 재차 모델을 수정하게 되고 이 모델을 다시 기구설계로 보내는 순환적인 과정을 거치게 된다.

금형설계와 디자인 모델링 단계의 정보의 흐름도 이와 같은 방법으로 진행되게 된다. 이때 순환 사이클은 제품의 종류와 각 단계의 요구사항에 따라 다르게 나타난다.

디자이너가 기구설계 및 금형설계와 최종적으로 형상에 대한 모델의 합의점에 도달하게 되면, 마지막으로 실제 3차원 실물을 제작해 보므로써 디자인의 최종확인, 평가가 이루어진다. 기구설계 및 금형설계에서도 이 실물모델을 이용하여 공학분



(그림 3) 동시공학적인 디자인 실체화 프로세스에서의 정보의 흐름

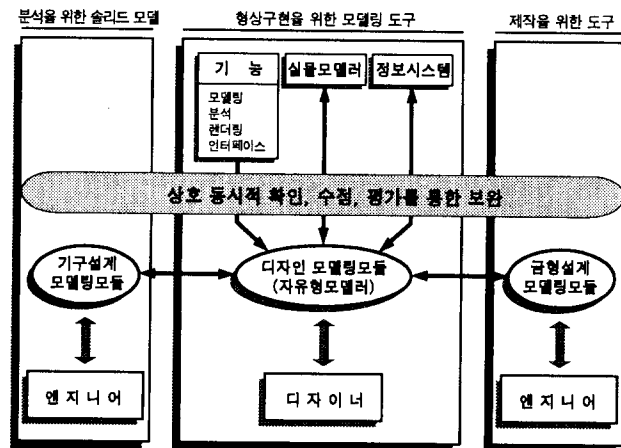
석 및 실험을 하므로써 컴퓨터내에서 이루어졌던 작업을 완벽하게 최종 확인 할 수 있게 된다.

디자인이 완료되는 시점은 디자인 모델링 단계에서 최종적인 3차원 형상 데이터와 시방데이터가 기구설계와 금형설계로 전달되는 시기로 볼 수 있으며, 이 시점에서 디자인 단계와 기구설계 및 금형설계간의 순환과정도 끝나게 된다.

3. 동시공학적인 디자인 실체화 프로세스의 요건

동시공학적인 디자인 실체화 프로세스에서 필요한 조건들을 살펴보면 크게 자유형 모델러(Free-Form Modeler), 실물 모델러(Physical Modeler), 컴퓨터 네트워크(Computer Network), 디자인 정보 시스템(Design Information System)으로 구성된다. (그림 4)

- 자유형모델러 : 전체 제조 환경에서 구현된 통합된 모델링 도구중 디자인 단계에서는 디자이너가 아이디어를 쉽고 자유롭게 표현하면서 형상을 발전시켜 나갈 수 있는 모델링 모듈. 각 제조 단계 전체가 동일한 모델링 시스템을 사용하되, 각 단계마다 단계의 작업 특징에 따라 공통의 데이터 양식을 지원하는 모델링 모듈을 사용한다.
- 실물모델러 : 디자이너가 자유형 모델러에서 작성한 형상 데이터를 네트워크로 넘겨 받아 실물로 제작할 수 있고, 디자인, 기구설계, 금형설계의 각 단계에서 최종적으로 확인, 평가, 시험할 수 있는 시스템.
- 컴퓨터 네트워크 : 디자인, 기구설계, 금형설계가 상호 동시적으로 데이터를 주고 받으며 작업할 수 있게 하는 시스템.
- 정보시스템 : 정해진 작업이나 기존의 반복작업을 데이터베이스화하여 정보시스템으로 관리하므로써 디자인 모델링 단계에서 사용할 수 있다.

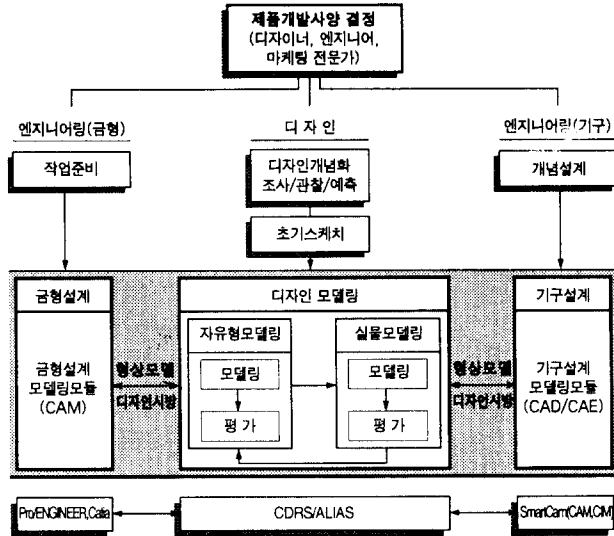


(그림 4) 동시공학적인 디자인 실체화 프로세스의 요건

4. 동시공학적인 디자인 실체화 프로세스의 구조

동시공학적인 디자인 실체화 프로세스의 구조는 디자인개념화, 초기스케치, 디자인 모델링, 기구설계와의 동시적 교류, 금형설계와의 동시적 교류, 실물 모델러의 이용으로 구성되며, 초기스케치 이후의 각 단계는 디자인 단계의 흐름이 다른 부서

와 동시적으로 흐를 수 있게 구성 되어 진다.(그림 5)
 다이어그램의 소프트웨어는 기존의 시스템을 가지고 예를 든 것으로 이러한 소프트웨어들이 하나의 시스템으로 통합되어 각 단계마다 필요한 모델링 모듈을 지원하게 되면 디자인 단계의 흐름이 다른 부서와 동시적으로 흐를 수 있게 된다.



(그림 5) 동시공학적 디자인 실체화 프로세스의 구조

5. 동시공학적 디자인 실체화 프로세스시의 고려점

- 환경적 요건 : 전통적인 방식에 익숙한 디자이너는 쉽게 새로운 도구와 방식을 수용하지 못하는 게 현실이다. 따라서 컴퓨터화가 선행된 CAD/CAM 단계를 디자인 단계에서 쫓아가지 못하는 것이다. 디자이너는 먼저 새로운 도구와 방식을 이해해야 하고, 이들의 잇점을 최대한 수용, 적용할 수 있어야 한다. 또 디자이너의 역할의 확대에 따라 엔지니어 및 타부서와 원활하게 커뮤니케이션을 할 수 있는 지식과 능력이 필요하며, 생산 및 제조 전반에 걸친 지식도 갖추고 있어야 한다. 디자이너 뿐 아니라 제조 공정의 모든 단계에 참여하는 인원이 동시공학의 중요성을 인식하여야 동시공학내에서 이루어지는 디자인이 유연한 흐름속에서 이루어질 수 있게 된다.
- 기술적 요건 : 산업디자인 단계를 목표로 개발된 자유형 모델러가 점차 소개되고 있기는 하지만 디자이너가 쉽게 사용하기에는 너무 복잡하고 어려운 면이 많이 존재할 뿐 아니라 디자인 단계에서 필요한 분석기능과 정보 데이터 베이스의 지원 및 도면추출 기능이 없으며, 데이터의 호환 및 후속적인 흐름을 효과적으로 지원하지 못하고 있다. 디자이너가 쉽게 다룰 수 있는 소프트웨어와 자유형 모델러 - 기구설계 모델링모듈 - 금형설계 모델링모듈이 일관된 시스템에 의해 흐를 수 있도록 지원하는 컴퓨터 도구의 개발은 기술적인 문제에서 매우 중요한 사항이다. 전체적인 제조단계에서의 기술지원은 이러한 디자인 단계에서의 기술지원 이전에 이루어져야할 요건이다. 특히 각 단계마다 필요한 기술이 갖추어졌다 하더라도 이들이 동

시공학적으로 연결되기 위해서는 필연적으로 상호 완벽한 호환성 내지는, 적어도 데이터 전송시 데이터의 손실이나 변경이 생기지 않는 기술적인 지원이 있어야 한다. 그렇지 않으면 단계적인 자동화는 이루어질 수 있을 지 몰라도 전체적인 흐름에서 볼 때 동시공학적 환경에는 이를 수가 없기 때문이다.

- 조직적 요건 : 디자이너 및 여러 인력들이 동시공학을 이해하고 그 필요성을 인식하고 있으며 기술적으로도 필요한 정도의 지원이 이루어지면, 실제적으로 그러한 환경들을 어떻게 잘 운영하느냐가 동시공학적 디자인 실체화 프로세스 적용의 성패가 될 수 있다. 경영자는 변화하는 제조환경을 이해하고, 전체적인 제조환경이 일관된 시스템에 의해 통제 되기 위한 흐름의 선행단계인 동시공학적 디자인 실체화 프로세스의 중요성을 인식해야 한다. 이에 따라 경영자는 주어진 환경에 맞는 적절한 동시공학팀을 구성하고 동시공학적 디자인 실체화 프로세스가 이루어지기 위한 흐름을 통제하기 위해 조직내에서 관리기법들을 합당하게 구사할 수 있어야 한다.

6. 동시공학적 디자인 실체화 프로세스의 기대효과

- 창의적인 작업에의 집중 : 아이디어를 발생해내는 디자인 컨셉과 초기스케치 단계에 시간을 더 많이 투자할 수 있으므로 해서 디자인 작업이 보다 창의적으로 될 수 있을 뿐만 아니라 자유형 모델러에 의해 지원되는 곡면조작능력 은 2차원 렌더링에서 표현할 수 밖에 없었던 조형적인 표현을 즉각적으로 여러가지 형태로 변형시켜 가면서 작업 할 수 있기 때문에 다양한 표현을 통해 창의적인 발상을 할 수 있게 된다.
- 디자이너 역할의 확대 : 전반적으로 디자이너는 초기 디자인 결정에서부터 디자인이 생산되어 나올 때까지의 디자인 전달을 통제하는 역할을 하게 된다.
- 납기의 단축
- 전체비용의 절감
- 품질향상, 경쟁력 강화

5. 맺음말

본 연구에서 제시한 디자인 실체화 프로세스의 적용에 관해서도 디자인 단계뿐만 아니라 제조공정 전체에 많은 잇점을 가져 오지만 현실적으로 실현화하는 데에는 많은 문제점과 과제가 남아 있다. 그중의 하나는 기존의 여건이다. 컴퓨터 기술력이 어느정도 성숙되어 새로운 프로세스를 지원할 수 있는 정도는 되었지만 아직은 실질적인 연구가 진행되지 않고 있는 실정이다. 주로 제조 단계마다 부분적으로 연구 및 적용이 진행되고 있어서 전체적인 통합화 작업이 필요하며, 디자인 단계에서도 각 단계마다의 연구 및 통합화 작업이 요구된다.