

A study on the selection methodology of materials by design process in manufacturing process

Sung-il Song and Seung-min Kang[†]

International Graduate School of Design Convergence, Hanseo University, Seosan 31962, Korea

(Received January 28, 2019)

(Revised January 31, 2019)

(Accepted February 14, 2019)

Abstract This study renewed the 'RE_Double Diamond' design process on the importance that material selection should reflect the needs of the consumer as much as possible in product development. In addition, the provider-centered secondary stakeholder map process among existing double-diamond methodologies has been applied, and the selection of materials through communication between designers and engineers, including the construction of information focused on visualization.

Key words Materials selection, Manufacturing process, Menu handling, Process technology, Processing

제조공정에서 디자인 프로세스에 의한 소재선정 방법론 연구

송성일, 강승민[†]

한서대학교 국제디자인융합전문대학원, 서산, 31962

(2019년 1월 28일 접수)

(2019년 1월 31일 심사완료)

(2019년 2월 14일 게재확정)

요약 본 연구는 제품 개발에 있어 소재 선정은 수요자 중심의 니즈를 최대한 반영 할 수 있어야 한다는 중요성에 대하여, 'RE_Double Diamond' 디자인 프로세스를 새롭게 제안하였다. 또한, 기존 더블다이아몬드 방법론 중 공급자 중심의 2차 이해관계자 맵 프로세스를 적용하였으며, 시각화 중심의 정보구축을 포함하여 디자이너-엔지니어 간의 커뮤니케이션을 통한 소재의 선정에 대하여 보고하고자 한다.

1. 서론

디자이너의 제품개발 참여에 있어 메뉴팩처링 프로세스(제조공정) 단계에서 요구되는 소재 및 기능, 공정에 대한 정보 부재 및 의사소통의 어려움으로 경쟁력 있는 제품디자인의 차별화가 미흡하다. 과거 노하우 전수에만 그치던 제조공정을 재분류함과 동시에 디자이너가 제품 기획 단계부터 다루어져야 할 소재 및 공정의 선택과정을 프로세스화 하여 제시함으로써 최적의 디자인 적용 및 효율적인 리스크 관리가 이루어질 수 있다. 그중에서도 디자인은 새로운 아이디어나 시장의 요구를 제품이 양산될 수 있는 상세한 정보로 바꾸는 과정이기 때문에, 각 단계에는 제품의 소재와 제조 공정, 후가공에 대한

결정이 필요하다. 여기에서도 새로운 제품, 즉 제품의 혁신은 신소재 및 새로운 소재의 적용에 의해 제안되거나 출시 가능하게 되었다. 글로벌 소재 컨설팅 기업인 머트리얼넥션(Material ConneXion)에서 발간한 Material Innovation Product Design에서 소개된 각각의 프로젝트 성공사례를 보더라도 소재와 함께 디자이너 및 디자이너의 약력(Biography), 소재의 제조사 및 제조사, 소재의 특성과 인사이트를 비중있게 다루고 있어 혁신제품 개발에 있어 디자이너의 소재 선택 및 제조 엔지니어와의 유기적인 협업관계의 중요성을 단적으로 보여주고 있다[1].

본 연구에서는 디자이너가 자신의 목적에 가장 적합한 제조공정 선택을 위해 검토되어야 할 체계적인 절차 중 소재 선택 단계에서 고려되어야 할 사항과 소재 전문 엔지니어와의 커뮤니케이션을 위한 프로세스를 제시하고자 한다. 이를 위해 사용자 중심의 디자인프로세스인 서비스디자인의 더블다이아몬드와 각 단계별로 준용 가능한

[†]Corresponding author
E-mail: smkang@hanseo.ac.kr

디자인방법론을 활용하고자 한다[2].

2. 연구 방법

M. F. Ashby 는 기능, 재료, 공정 및 형상의 상호 작용에 대하여 연구한 바 있으며, 본 연구에서는 Fig. 1에서 보인 것과 같이 기능과 인터랙션 중심으로 재료의 선정에 대하여 보고하고자 하였다[3].

소재의 선택은 소재 성형과 접합, 절단 및 마감 등의 공정과 독립적으로 이루어질 수 없다. 제품이 갖추어야 할 사용자의 니즈와 기본적인 성능과 기능을 배제하고, 단순히 공정 및 비용의 효율성만으로 소재를 선택하는 것으로는 혁신적인 제품이 탄생하기에 충분하지 않다. 이는 가전제품에서 항공기에 이르기까지 감성적인 측면을 포함하여 무시 할 수 없는 부분이며, Fig. 2는 그 대표적인 사례를 잘 보여주고 있다[4].

Fig. 2의 (a)의 경우 스포츠카의 소재로 알루미늄을 적용하여, 무게를 줄이고 강성을 높이고자 하는 제품에 요구되는 특성에 맞게 제조한 사례이며, Fig. 2의 (b)는 기존 주조 공정에 대비하여 압출 성형 공정을 적용하여 소재의 기능성과 물성을 극대화한 것이다. Fig. 2의 (c)는

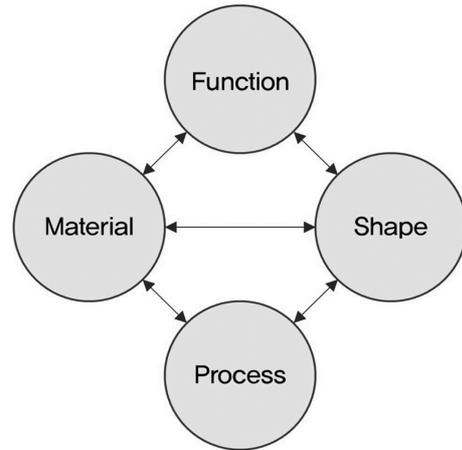


Fig. 1. A schematic diagram of interaction between function, material, process and shape.

알칸타라(부드럽고 내오염성이 강하고, 내연소성 신소재)를 자동차용 시트 소재로 적용된 사례를 보인 것이다. 이는 소재의 선택에 있어 다양한 접근 방법이 있음을 알 수 있다. 이와 같은 성공적인 사례들은 사용자의 니즈와 경험에 대한 리서치, 제품이 기능적으로 가져야 할 최소한의 결정구조와 가공성, 비용까지 고려된 결과라고 볼 수 있다.

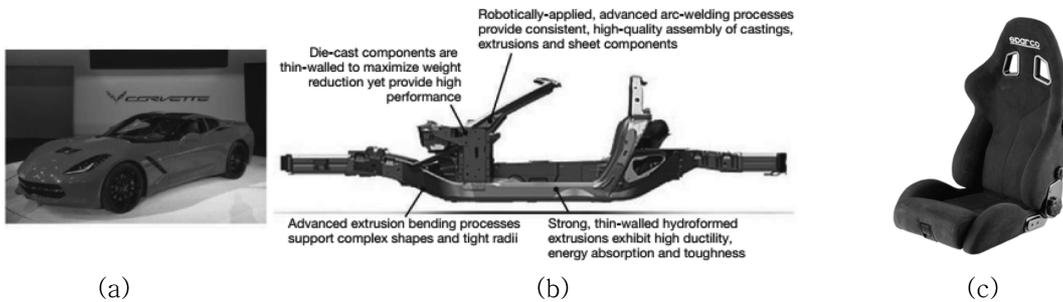


Fig. 2. Chassis and construction with aluminium, and car seats with alcantara.

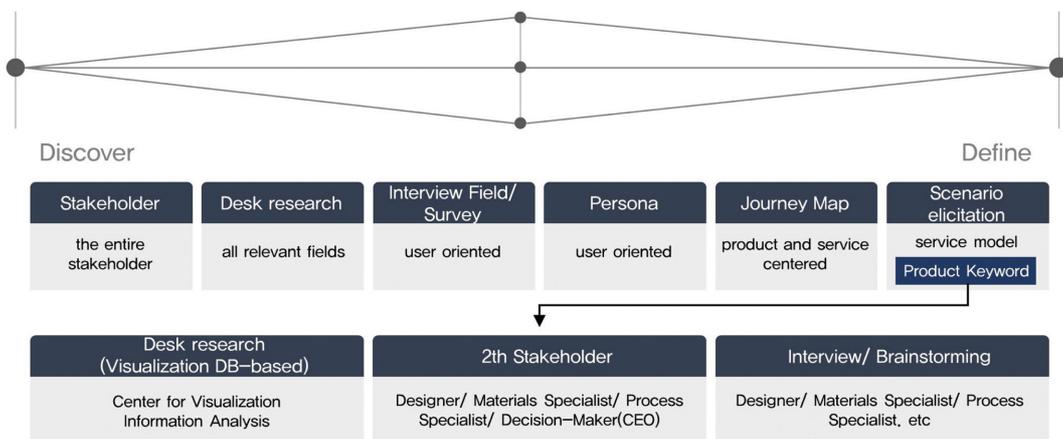


Fig. 3. Material selection process and methodology using Double-Diamond method.

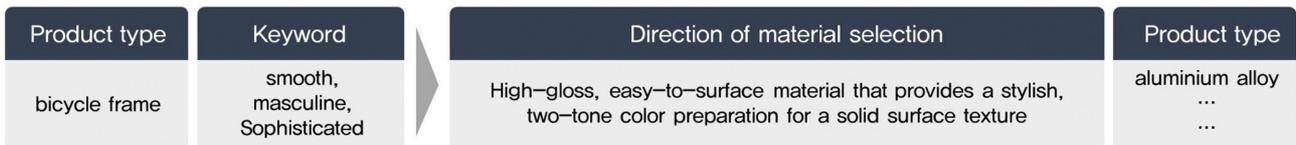


Fig. 4. Example of derivation of direction for selecting materials through objectives of emotion keywords.

그러나, 여기서의 문제는 최초 소재 선정에 있어 디자이너와 엔지니어, 경영자 등 이해관계자의 접점을 찾기가 용이하지 않다는 것이며, 디자이너 및 이해관계자의 쉽고 빠른 선택의 시너지 효과를 위한 해결 방안이 필요하다고 사료된다. 따라서, 본 연구에서는 이러한 해결 방안을 모색하기 위해 소재 선정을 위한 디자인 프로세스를 정보 제공의 시각화와 과정과 함께 제안하고자 한다.

기존 더블다이아몬드 방법론 중 Discover-Define의 단계를 통해 디자이너가 사용자의 니즈를 파악하고 Develop 시킬 디자인의 최종 요구사항(Key-word)를 도출하였다면 이 과정을 소재 선택의 객관화 할 수 있는 연구 방법으로 활용하여 기능 중심의 소재 선택이 가능하도록 제시하였다.

먼저 기존 첫 번째 다이아몬드 과정에서 대표적인 6가지 방법론을 추출하여 소재 선정을 위한 3가지 방법론으로 도출하고자 한다.

먼저 1차로 수행되어진 더블다이아몬드의 첫 번째 다이아몬드(Discover-Define) 단계를 통해 도출된 키워드 중 서비스모델을 제외한 제품의 감성키워드를 중심으로 2차 다이아몬드를 진행한다. 여기서부터는 감성키워드를 어떻게 객관화하여 소재 선택에 접근할 것인지가 가장 중요한 부분이다.

Fig. 4의 예시의 경우 첫 번째 다이아몬드 방법론으로 도출된 제품의 감성 키워드를 가지고 두 번째 다이아몬드 방법론을 통해 1차 소재의 방향성 및 적용소재를 스크리닝 및 랭킹을 선별하는 과정을 나타내고 있다. 여기서는 기존 소재별 특성을 쉽게 설명한 시각적인 Data Base를 활용하며 Fig. 5와 같다. 이를 통해 사용자의 감성 키워드에 적합한 소재의 방향성 및 소재를 순위별로 선별한다.

두 번째로 앞 단계에서 디자이너가 1차 객관화한 데이터를 기반으로 사용자의 니즈와 감성 및 기능이 최적화된 소재의 최종 선정을 위한 2차 이해관계자 맵을 그리도록 한다. 여기서는 사용자 중심의 혁신제품을 위한 고비용 및 난이도가 높은 공정의 추가를 승인할 수 있는 결정권자(CEO)와 함께 디자이너 및 가장 많은 의견 제시를 할 수 있는 소재 및 공정 전문가를 50% 이상 참여 시키도록 한다.

마지막으로 이해관계자들이 모여 디자이너의 1차 다이아몬드 기법으로 도출된 제품의 감성키워드와 2차 다이

Frame Materials
<ul style="list-style-type: none"> • Steel - Strong, stiff, heavy, but cheap • Aluminium - weaker, lighter, more expensive than steel • Composite (CFRP) - strong, stiff, very light, but expensive to buy and to fabricate
What Properties?
<ul style="list-style-type: none"> • Mechanical - Strength, modulus etc. • Physical - Density, melting point. • Electrical - Conductivity, resistivity. • Aesthetic - Appearance, texture, colour • Processability - Ductility, mouldability • Cost
Bike Frame

Fig. 5. Example of database building based on material characteristics and visualization.

아몬드 방법론 중 디자이너가 스크리닝한 소재 선별의 타당성과 근거를 설명하고 결정권자의(CEO) 혁신제품 개발의 필요성이 인정되면 소재 및 공정 전문가 등과의 브레인스토밍 및 인터뷰를 통한 최종 소재를 선정한다.

아울러, 이를 통한 다음 단계의 다이아몬드(Develop-Deliver)단계에서의 소재 가공에 대한 생산과정, 리스크 해결과정, 후가공 및 최종 산출물 등은 시각화 및 동영상 자료화 하여 DB에 축적하도록 한다.

3. 결과 및 고찰

수요자 중심의 니즈를 쉽게 연계할 수 있는 소재 선택의 프로세스 수립을 위해 서비스디자인 프로세스의 데스크 리서치, 이해관계자맵, 브레인스토밍의 단계를 제안하고자 하였으며, 기존의 서비스디자인 프로세스 개념을 보완한 소재 선정 디자인 프로세스를 ‘RE_Double Diamond’라고 정의하고 결과로 도출하였다. 이를 Fig. 6에 보였다.

디자이너가 프로젝트 건별로 방대한 양의 정보들을 검토하기에는 전문성 및 시간적 제약이 너무 크다. 그럼에도 불구하고 디자이너는 혁신적인 제품을 디자인하기 위

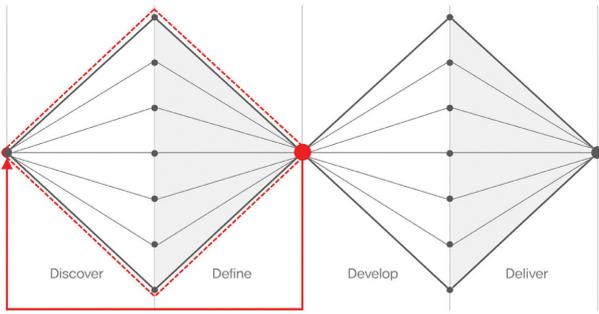


Fig. 6. 'RE_Double Diamond' design process model.

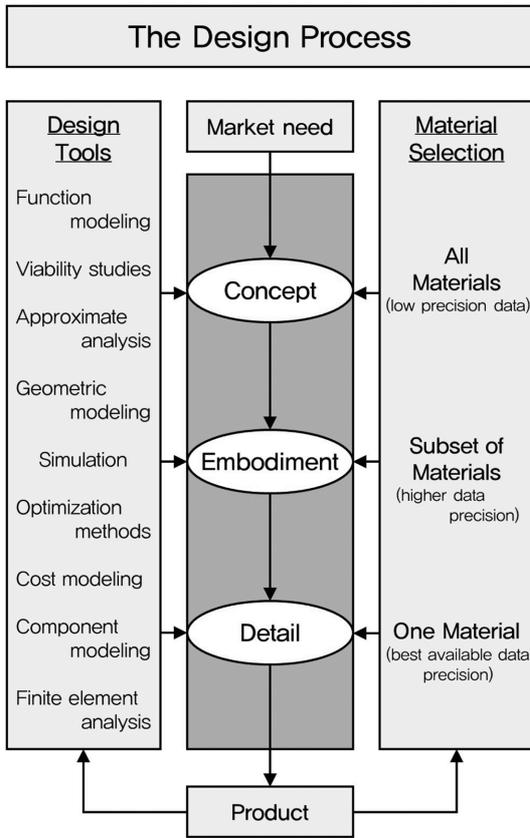


Fig. 7. The design flow chart, showing how design tools and materials selection enter the procedure.

해 사용자 니즈에 최적화된 소재를 이해하고 적용하여야 한다. 기존 더블다이아몬드 디자인프로세스에서는 사용자의 경험과 서비스 리서치에 치중되어 정작 전문가가 아닌 일반 소비자가 요구하는 제품의 기능과 감성요소만으로 이를 충족할 수 있는 소재의 선정은 극히 소극적일 수 밖에 없다.

Fig. 7과 8에서 M.F. Ashby가 제시한 소재 선택에 있어 절차 및 전략을 보더라도 초기 개념단계부터 다양한 소재의 가능성을 열어두어야 한다는 점과 이를 빠르고, 적극적인 선택을 위해 DB기반의 정보제공이 중요하다는 점을 강조하고 있다[5, 6].

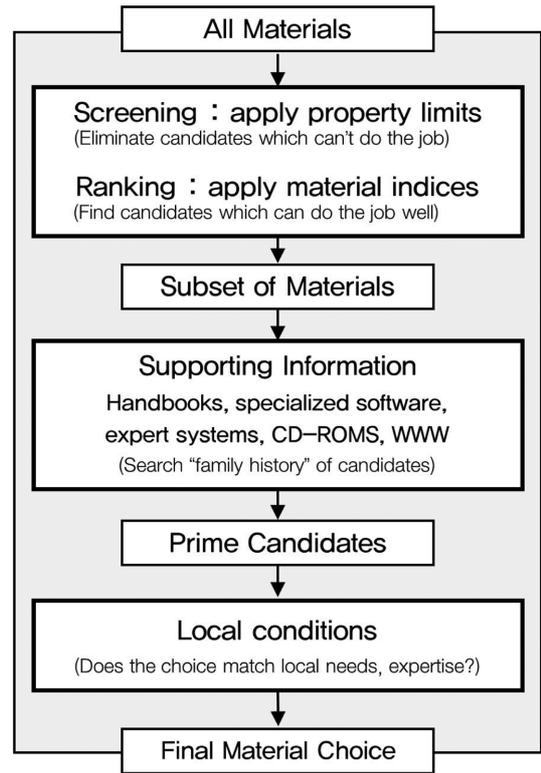


Fig. 8. Strategy for materials selection from Designer's point of view.

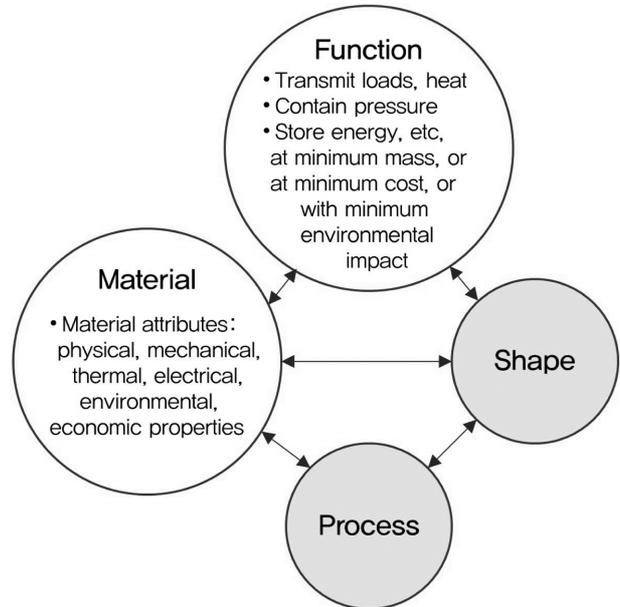


Fig. 9. The central problem of materials selection in mechanical design: the interaction between function, material, process and shape.

또한, Fig. 9에서 보여주듯이 Function, Material, Process and Shape의 인터랙션 중에 재료와 기능 사이의 연결을 설정하고 소재 선택을 위한 기본 관계를 보여주고 있다. 소재에는 밀도, 강도, 비용, 부식 저항성 등이 있으며 디

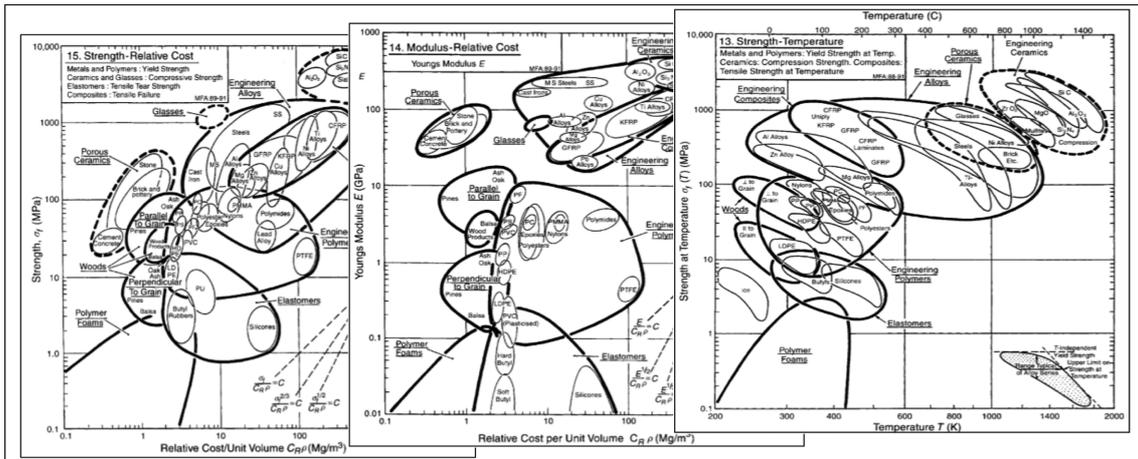


Fig. 10. The material property charts.

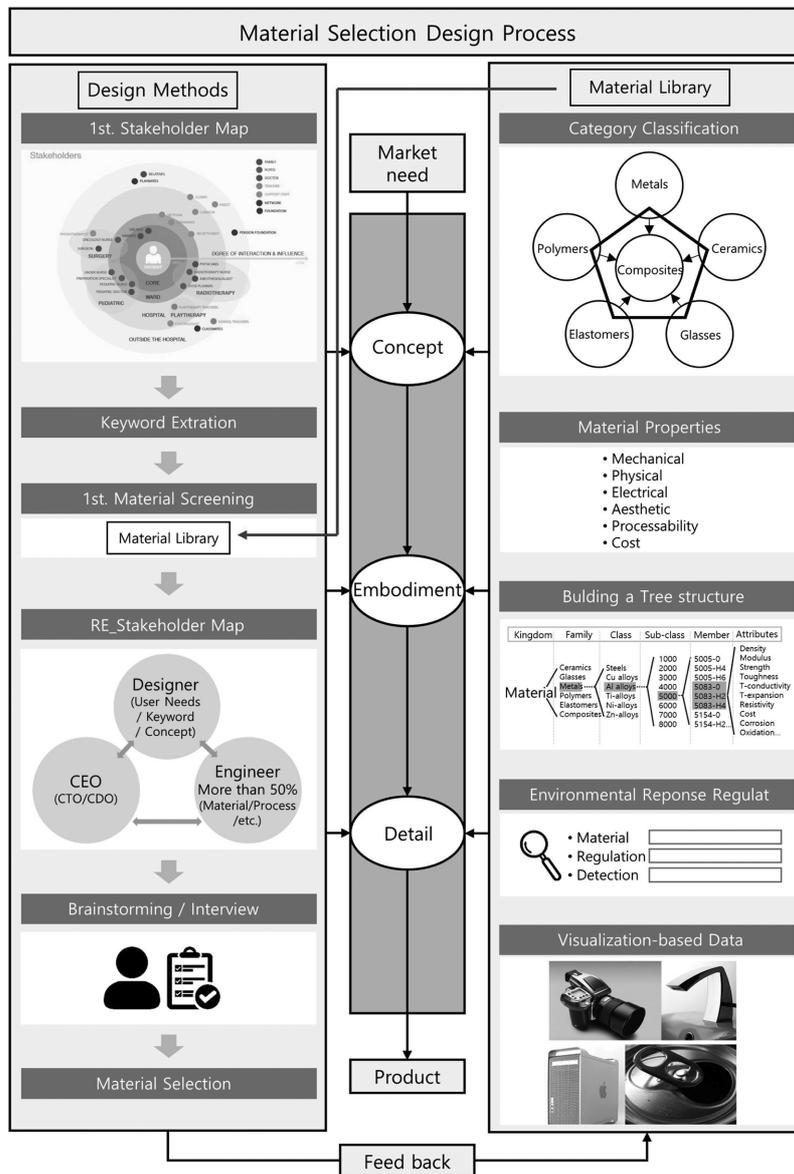


Fig. 11. Design process proposal flow chart with 'Re_double diamond process'.

자이너들은 이것들의 특정한 프로필을 요구하고 있어 소재 선정의 기본 선정 방법을 제시하였다. 이는 ‘RE_Double Diamond’에서 시각적 DB기반의 데스크리서치 단계에서 진행되어 질 수 있으며, 이러한 단계를 적용함으로써 보다 과감하고 도전적인 소재의 제안을 할 수 있을 것으로 사료된다.

문제는 디자이너가 수요자 니즈에 맞는 제품을 기획하고 적합한 소재의 원하는 속성 프로파일을 확인한 후 이를 실제 엔지니어링 자료와 비교하여 가장 잘 맞는 프로파일을 찾아야 한다는 것이다. 여기서의 기존 접근방법은 Fig. 10과 같은 특성한계와 원료지수를 표시한 소재 속성차트를 찾아 검토하여야 하는데 디자이너에게는 쉽지 않은 작업이다.

따라서, 본 연구에서 도출한 ‘RE_Double Diamond’ 디자인 프로세스를 통해 소비자와 디자이너, 엔지니어들 간의 원활한 커뮤니케이션과 함께 좀 더 객관적이고 적극적인 의사 결정 및 소재 선정이 가능할 것으로 사료된다. 아울러 본 연구를 통해 제시한 ‘RE_Double Diamond’ 디자인 프로세스 중 소재 선정을 위한 프로세스의 흐름도와 정보의 DB화 전략에 대해 Fig. 11에 보였다. 먼저 좌측에서 제시한 소재 선정 프로세스 중 가장 중요한 이해관계자 맵을 수립하는 단계를 RE_Stakeholder라 정의하였다. 또한 우측에서는 디자이너 뿐만 아니라 경영진 및 다양한 분야의 엔지니어들도 쉽게 접근할 수 있는 소재의 카테고리 구분 및 특성, 용어 및 환경규제, 적용 분야 제품 이미지 등 시각적 기반의 DB화를 통해 소재의 초기선별 및 아이디어 확장에 도움을 주고자 한다.

4. 결 론

본 연구를 통해 도출된 ‘RE_Double Diamond’ 디자인 프로세스는 제품의 제조공정 관계자들 중 디자이너와 엔지니어의 의사소통 단계를 보다 구체화하여 사용자 중심의 제품개발과 최적화된 소재의 선별 및 적용을 통해 제품 혁신의 가능성을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

이 논문은 2016년도 한서대학교 교내 연구 지원 사업에 의하여 연구되었음.

References

- [1] A.H. Dent and L. Sherr, “Material Innovation Product Design” (Thames & Hudson 2014).
- [2] B. Hanington and B. Martin, “Universal Methods of Design” (Rockport Publishers, 2012) p.12.
- [3] M.F. Ashby, “Material Selection in mechanical design” (Second edition, Butterworth-Heinemann: Oxford, England, 1999) p.13.
- [4] S. Kalpakjian and S.R. Schmid, “Manufacturing Processes for Engineering Materials” (Sixth edition, PEARSON, 2017) p.15.
- [5] M.F. Ashby, “Material Selection in mechanical design” (Second edition, Butterworth-Heinemann: Oxford, England, 1999) p.23.
- [6] M.F. Ashby, “Material Selection in mechanical design” (Second edition, Butterworth-Heinemann: Oxford, England, 1999) p.56.