

매스 커스터마이제이션 대응 디자인 프로세스 연구 - 산업용 반면형 마스크 개발 사례 중심으로  
**A Study on the Method of Industrial Design Development using Mass Customization**  
**-with Emphasis on a Cases of Industrial Half-Face Mask Developing-**

장소영

인제대학교 대학원 디자인학과

이주명

인제대학교 디자인학과

• Key words: Mass customization, Design process, Industrial Mask

Jang, So-Young

Dept. of Design, Graduate School, Inje University

Rhi, Joo-Myung

Dept. of Product interaction Design, Inje University

### 1. 서론

니즈를 발견하고 분석·종합하여 새로운 최적의 해결안을 내놓은 과정을 디자인 프로세스라 한다. 디자인 프로세스 중 매스 커스터마이제이션이 최근 각광을 받고 있는 추세이다. 디자인 프로세스 상에 매스 커스터마이제이션 방식이 도입되면서 과거의 차별화 되지 않는 대량생산품과는 달리 사용자 개개인의 특성과 기호에 맞게 생산된 제품들과 사용자 니즈에 더욱 합당한 디자인들이 속속 등장하고 있다. 이에 본 논문에서는 디자인 프로세스 상 매스 커스터마이제이션 방식을 적용하여 한국인 각각의 표준얼굴을 수집, 분석, 그 특징을 파악하고 그를 바탕으로 Physical Method와 Digital method의 전환식 개발과정을 통하여 이전의 서구형 얼굴에만 맞춰져 대량생산 되어온 산업용 반면형 마스크를 개선하여 대, 중, 소 각 그룹별로 나타난 표준 한국인 얼굴사이즈에 잘 맞는 새로운 산업용 반면형 마스크를 개발함과 동시에 새로운 매스 커스터마이제이션 대응 디자인 프로세스를 제시함에 그 목적이 있다.

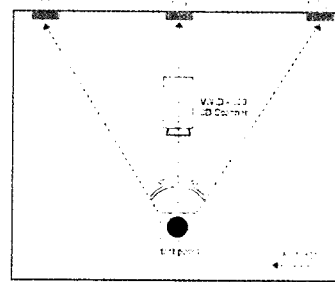


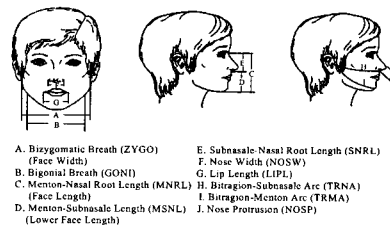
그림 1. 얼굴촬영장면(평면도)

선정된 성인남녀 60명의 3D 데이터 얼굴 표면에 표준 얼굴 치수 측정법에 제시된 포인트별 10개의 측정치를 지정하여 각각의 Point를 기준으로 Point 간의 얼굴 표면을 따라가는 치수 혹은 직선거리를 측정하는 방식으로 한국인의 얼굴 데이터를 수집하였다.

### 3. 본론

#### 3-1. 피검사자 선정

피검사자는 실제 산업장에서 마스크를 착용하여 작업하는 연령대를 감안하여 20세 이상의 성인 남녀60명(남33, 여27)을 대상으로 하였다. 얼굴 데이터를 수집하는 방식은 Physical Method으로는 일반 줄자와 sliding caliper, spreading caliper로 측정하였고, Digital Method으로는 3D Scanner VIVID(h/w)를 사용하였다. 실측치는 일반적으로 사용하는 방법이며 3D Scanner를 사용한 방법은 처음이므로 측정상의 제 문제를 비교검토하기 위하여 동시에 실시하였다. 3D Scanner는 사물의 형상을 입체적으로 읽어들이 디지털 데이터화하는 장비로서 리버스 엔지니어링, 매스 커스터마이제이션, 캐릭터디자인, 유물보존분야 등에서 사용되고 있으나 아직 전반적으로 사용 초기 단계에 있기 때문에 연구의 목적에 따라 과정과 방법을 수립하는 것이 중요하다. 3D Scanning 작업 시 얼굴표면을 정면, 좌측면(45도), 우측면(45도)로 시선방향을 지정하여 회전식 의자를 사용하여 자세를 변경하며 스캔결과 의 이상 유무를 검토하며 촬영한 후 3개 얼굴면을 추출한 뒤 Rapidform(s/w)을 사용하여 수정, 보완작업을 거치며 60명의 얼굴샘플을 수집하였다.



A. Bizygomatic Breadth (ZVGO) (Face Width)  
 B. Bigonial Breadth (GONI)  
 C. Menton-Nasal Root Length (MNRL) (Face Length)  
 D. Menton-Subnasale Length (MSNL) (Lower Face Length)  
 E. Subnasale-Nasal Root Length (SNRL)  
 F. Nose Width (NOSW)  
 G. Lip Length (LIPL)  
 H. Bitrignon-Subnasale Arc (TRNA)  
 I. Bitrignon-Menton Arc (TRMA)  
 J. Nose Protrusion (NOSP)

그림 2. 얼굴치수의 표준측정부위



그림 3. 3D Scanning(VIVID) 된 얼굴

#### 3-2. 실험과정

수집된 60명의 얼굴 데이터를 각 포인트별 길이차별로 대, 중, 소 세 그룹으로 분류하여 각 그룹별 평균값을 확정하고 후 통계적으로 그 값과 포인트별 치수가 가장 유사한 각

그룹별 3 Sample을 다음과 같이 구하였다.

소그룹	34/60 (sample number/총인원)
중그룹	21/60 (sample number/총인원)
대그룹	24/60 (sample number/총인원)

표 1. 그룹별 sample number

그룹별 평균값을 충족시키는 얼굴의 3차원 모델링이 난해하므로 반면형 마스크 개발에 적합한 얼굴 및 두상 Physical model을 제작하였다.

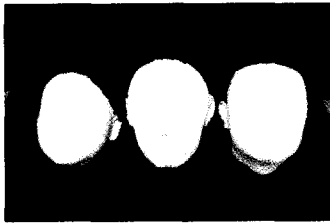


그림 4. 제작된 3 Physical model

제작에 필요한 위의 세 그룹의 각 sample을 표준 얼굴과 흡사하도록 하기 위해 우선 작업으로, 결정된 3 Sample을 3D Printer RP Z400로 3 Physical model을 제작하였다. 3D Scan제작된 모델은 다시 3D Scanner breukmann opto-top로 Scan하여 이전의 3D Scan Digital model과 같음을 검증하였다. 제작된 그룹별 3 Physical model을 표준 얼굴과 최대한 동일하게 하기 위하여 클레이 작업을 하였다. 클레이 작업시 표준얼굴치수에 따른 템플레이트를 제작하여 치수확인용으로 활용하였다. 템플레이트가 제작된 얼굴 부위는 광대뼈와 얼굴 폭 H(얼굴표면을 따라 코밑 포인트를 지나는 양 귀 옆 포인트를 연결하는 선), 얼굴의 길이 C(얼굴표면을 따라 양 눈 사이의 포인트와 턱 포인트를 연결하는 선), 살두께 I(얼굴표면을 따라 턱아래 포인트를 지나 양 귀 옆 포인트를 연결하는 선)이다. 제작된 템플레이트와 비교해가며 RP starch와 밀착 가능한 핸드 코트를 덧붙이거나 사포로 갈아내며 3 Physical model에 클레이 작업을 하였다.



그림 5. 클레이 작업 장면

클레이 작업을 거친 3 Physical model은 재Scan하여 rapidform-inspection(s/w)를 통해 평균값과의 얼굴치수 차이를 확인하며 오차가 거의 없도록 클레이 수정작업을 반복하였다. 허용 범위 내 오차(1~2mm)를 확인 한 후 3 Physical model을 3D Scan - breukmann opto-cat(h/w) 하여 Digital 데이터화하였다. 데이터화된 자료와 기존의 서구형 얼굴에 맞추어진 산업용 반면형 마스크를 분석을 통해

여 세 그룹별 표준 얼굴에 맞는 산업용 반면형 마스크를 모델링하였다. 기존의 마스크는 외피, 내피, 안면 밀착부를 구성되고 내피와 안면 밀착부는 안면에 자극을 주지 않도록 곡면 처리되는 특성이 있다. 금번 연구에서 새로 디자인된 마스크는 기존 산업용 반면형 마스크의 특성을 살려 마스크의 기본선은 기존 산업용 반면형 마스크에서 추출하고 사용자가 마스크 착용에 있어 가장 중요시되는 안면 밀착부는 위의 클레이 작업이 끝난 3 Physical model의 Digital data와 기존마스크 간이사용성평가를 통한 데이터를 적용하여 3D모델링(Rapidform, Rhino 3d) 하였다. 형성된 마스크를 시제작하여 검토하기 위하여 3D 모델을 3D Printer RP Z400로 제작하고 이를 기존 마스크와 비슷한 탄성있는 재질의 실리콘으로 모형화하여 실제에 가까운 대, 중, 소 별 3개의 모형을 확보하였다. 3 Physical 얼굴 model과 간이 밀착도를 육안으로 검사한 결과 좋은 밀착도를 보였으며 본 연구 구성원들을 대상으로 간이 착용 시험을 해본 결과 기존 제품에 대비하여 상당한 밀착이 잘 됨을 확인 할 수 있었다.

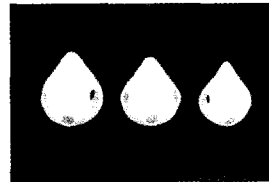


그림 6. 실리콘 마스크 모형

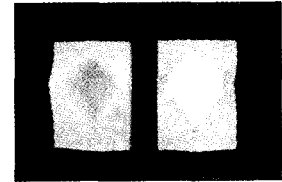


그림 7. 실리콘 틀



그림 8. 실리콘 마스크 모형과 3 Physical Model 간이 밀착도 검사

## 5. 결론

본 연구의 수행 목적은 한국인 표준얼굴을 수집, 분석하여 그 특징을 살펴보고, 얼굴크기별로 대, 중, 소 세 그룹으로 나누어 각 그룹별 표준 얼굴에 잘 맞는 산업용 반면형 마스크의 개발을 위함이었다. 매스 커스터마이제이션 개발 방식을 마스크 디자인 프로세스에 적용, 실제 제품 개발 연구와 새로운 디자인 방식을 구체화하였음에 큰 의미를 가진다. 본 연구를 통해 매스 커스터마이제이션 디자인 프로세스를 정리함은 물론 한국인의 대, 중, 소 세 그룹의 표준 얼굴 데이터를 얻을 수 있었으며, 그를 바탕으로 서구형 얼굴에 맞게 제작된 산업용 반면형 마스크를 개선하여 대, 중, 소 각 그룹별로 한국인의 얼굴에 잘 맞는 새로운 산업용 반면형 마스크를 개발하였다. 개발된 반면형 마스크는 대, 중, 소 3개로 구분하여 실리콘을 이용한 프로토타입 입안을 개발한 것이다 따라서 이렇게 개발한 반면형 마스크가 실제 산업장에서 한국인의 얼굴에 적합한지에 관한 심도있는 검증연구가 필요하겠다. 이러한 마스크 연구개발은 한국인에 적합한 산업용 마스크 개발로 사용자의 건강은 물론 작업의 효율성을 가져다 주게 될 것이다.