

쾌적성에 대한 이해(5)

2.9 쾌적성의 수치화

(1) 인체 및 환경의 열평형(쾌적 열 방정식)

질문 : 쾌적한 의복내 기후는 환경-의복-인체계 중에서 생각해야 한다는 것은 알고 있습니다. 그렇다면 각각의 조건을 입력하면 쾌·불쾌의 예측이 가능하지 않나요?

답변 : 유럽과 미국에서는 의복을 인체와 환경의 열평형의 개념 안에서 평가하여 온냉감, 습윤감, 쾌·불쾌라고 하는 감각에 대해 사람의 자율성 체온 조절 반응과의 관계로 파악한 쾌적 열 방정식이 제안되어 있습니다. 대표적으로는 Fanger의 열방정식 PMV(Predicted Mean Vote, 1970), Gagge 및 Nishi의 신표준유효온도 SET*(1977), Mecheels 및 Umbach의 쾌적적응영역 $t_{a,max}-t_{a,min}$ 등이 알려져 있습니다.

질문 : 쾌적방정식 PMV는 ISO(국제표준규격)으로서 제정되고 있다고 들었습니다만...

답변 : 1984년에 ISO 7730으로 제정된 것으로 덴마크 공업대학의 Fanger 교수가 제창한 것입니다. 사람과 환경과의 열 평형에 관계된 요인인 기온, 수증기압, 평균방사온도, 기류의 환경조건, 의복의 열저항 및 인체 대사를 포함한 6가지 요소로 구성된 쾌적 열 방정식을 유도하여 각종 환경 조건하에서 쾌적함을 얻을 수 있는 의복 착의량을 예측하거나, 임의 착의 조건에서의 쾌적 환경조건을 예측하도록 하는데 사용될 수 있습니다.

의복의 성질에서 열저항은 clo 값으로 표시합니다.

질문 : clo 값은 열저항, 다시 말하면, 보온성을 나타내는 것입니까?

답변 : 그렇습니다. 1 clo 는 “사람이 실온 21℃의 고요하고 평안한 공기의 흐름(0.1 m/sec)에서 쾌적한 상태의 의복 열저항”으로 정의됩니다.

(2) 의복내 기후의 재현

질문 : 쾌적 열 방정식에는 땀의 항목이 고려되어 있지 않지만 한국의 여름에 땀은 언제나 동반됩니다. 수분이동을 이론적으로 설명하는 것은 어려운 것 인가요?

답변 : 매우 어렵습니다. 시도는 있지만 아직 성공하지 못했습니다. 한편, 의복내 기후를 재현하는 계측기기를 만들어 그 장치에서 얻어지는 의복내 온·습도가 의복내 기후의 쾌적성 그림의 어디에 위치하느냐를 판단하는 기법이 개발되었습니다. 그 기법에 대한 자세한 설명은 추후에 하겠습니다.

계측장치는 ① 발열 및 발한 장치로 구성된 시험기 본체, ②모의 피부로 이루어져 인체에 해당하는 부분과 의복 사이에 온·습도 센서가 도입된 것입니다. 이때 모의 피부는 표면의 땀 토출량 제어가 가능하며, 의복이 중첩된 상태에서 평가가 가능하도록 구성되어 있습니다. 또한, 의복이 사용되는 환경에 대응할수 있도록 온·습도의 변경이 가능합니다. 원단 상태에서 계측하는 방법과 실물 크기의 실제 의복을 계측하는 방법(발한서멀 마네킹)이 개발되어 있습니다.

질문 : 이러한 계측 장치에 의해 얻어진 결과는 실제 사람에게 적용된
결과와 일치합니까?

답변 : 실제 착용 상태와 일치하기 위해 계측 장치에 입력하는 조건(모의
피부의 온도 및 땀의 토출량)은 온열생리학의 지식을 이용한 것입니다.
계측 장치에 의한 결과와 인체 시험에 의한 결과가 대체로 일치하나
완전히 일치하지는 않습니다.

계측 장치에 의한 결과와 인체 시험에 의한 결과가 같은 곳과 다른
곳을 파악하여 이해하여 사용한다면 매우 유용할 것입니다.

2.10 의복압

(1) 의복압의 발생

질문 : 의복에 의해 피부가 받는 압박력인 의복압은 어떠한 경우 발생하는
것입니까?

답변 : 동작에 의해 피부가 늘어날 때 의복과의 사이에는 다음의 관계가
있습니다.

$$(\text{피부 신장}) = (\text{의복의 여유 공간}) + (\text{의복과 피부와의 마찰}) + (\text{의복의 신장})$$

피부의 신장이 의복의 여유 공간과 마찰로 흡수될 수 없을 때 의복의
신장이 작아 의복이 피부를 압박하는 것을 의복압이라고 합니다.

파운데이션(foundation; 체형을 정돈하기 위해 속에 있는 옷의 총칭.

예를 들어 브래지어, 코르셋 및 거들 등)과 같은 단단히 죄는 옷을

입거나 의복의 중첩에 의해서도 어깨에 의복압이 발생합니다.

(2) 동작에 의한 인체변형, 피부 신장

질문 : 사람이 동작을 취할 때 뼈와 근육은 어떻게 변화하나요?

답변 : 동작 부위에 있는 골격근은 수축하여 커지지만 움직임의 반대 부위에 있는 근육은 이완 및 신장하여 가늘게 됩니다. 뼈는 연결 부위에 있는 관절부의 회전에 따라 국소적으로 위치 변화가 큼니다.

질문 : 근육 및 뼈가 변화하여도 피부는 그 변화에 대응하여 움직임을 구속하는 것은 아니군요.

답변 : 그렇습니다. 피부에는 큰 탄력성이 있으며, 피부와 피하층은 느슨한 결합조직으로 연결되어 있기 때문에 피하층이 변형되면 그곳에 여극 남이 생기며, 결국에는 피부에 존재하는 다양한 주름이 움직임에 의해 신장되어 변형에 대응합니다.

질문 : 동작에 의한 피부 신장이 복잡하군요.

답변 : 매우 복잡합니다. 일반적으로 피부의 신장은 서 있을 때는 수평 방향 보다 수직 방향, 체간의 부위에서는 대각선 방향으로 크게 신장합니다.
(체간 : 척추동물의 몸 가운데 중축을 이루는 부분. 머리, 목, 가슴, 배, 꼬리의 다섯 부분으로 나눔)

(3) 움직임이 편한 의복

질문 : 의복에는 신체가 움직일 때 이를 따라갈 수 있는 피트(fit)성이 좋은 의복이 요구됩니다.

답변 : 의복에 여유가 지나치게 크면 움직임에 지장을 주지는 않으나
 헐렁헐렁한 의복이 되기 쉽습니다. 이에 대해 알맞은 봉제와
 스트레치 소재를 사용한다면 의복이 신체에 착 붙어도 움직임에
 영향을 주지 않는 의복의 제조가 가능합니다.
 스트레치 소재는 comfort stretch(신장률 10~20%, 신축직물), performance
 stretch(신장률 20~40%, 스포츠웨어용 니트), power stretch(신장률 40%
 이상, 파운데이션) 등으로 구분할 수 있습니다.

(4) 의복압과 의복의 스트레치성

질문 : 잘 늘어나는 원단으로 만들어진 의복은 의복압이 작습니까?

답변 : 인체에서 수직으로 가해지는 의복압 (P), 그 부분의 원단의 장력
 (T_1, T_2) 및 곡률반경(R_1, R_2)에는 아래와 같은 관계가 이론적으로
 성립되어 있습니다.

$$P = T_1/R_1 + T_2/R_2 \text{ (여기서 1은 수직방향, 2는 수평방향)}$$

잘 늘어나는 원단은 필요한 신장 장력(T)이 작아 의복압(P)이 작게
 됩니다. 원단의 장력이 동일하더라도 곡률반경이 작은 부위는 큰 부위에
 비해 의복압이 크게 됩니다.

질문 : 의복압의 단위가 문헌에 따라 다른 것 같습니다만...

답변 : 기존에는 단위면적 당 하중(g/cm^2) 및 수은주의 높이(mm Hg, 압력단위)
 로 표시되었지만 국제단위(SI)의 압력단위인 Pa(일반적으로 kPa) 또는
 hPa 로 표시되고 있습니다($10\text{hPa}=1\text{kPa}=10.2\text{g/cm}^2=7.5\text{ mm Hg}$).

2.11 촉감

(1) 접촉감, 태

질문 : 여기서 말하는 접촉감은 태와 같은 의미입니까?

답변 : ‘태’라는 용어가 광범위한 의미로 사용될 경우에는 촉각 및 시각 등에 의해 종합적으로 판단되어 쾌적성과 마찬가지로 감성에도 관계가 있는 것으로 생각될 수 있지만, 손으로 원단을 만져 촉각으로 판단하는 좁은 의미로 사용될 경우에는 접촉감과 같은 의미입니다.

질문 : 의복내의 기후 및 의복압의 경우와 같이 원단과 피부 사이에 센서를 도입하여 계측하고 그 계측값과 감각과의 관계를 조사하는 방법은 사용하지는 않는군요.

답변 : 접촉감(태)은 원단을 손으로 변형시켜 판단하는 것이라고 한다면 원단의 역학 특성을 계측하여 감각과 대응시킨다면 좋겠지요.

질문 : 원단의 역학적 특성에는 어떠한 것이 있습니까? 계측방법은 있나요?

답변 : 미세 변형하에서 원단의 역학적 특성은 기본적으로는 다음의 5 가지가 있습니다.

- ①부러짐에 의한 변형(양단을 잡아 구부림)
- ②신장변형(양단을 잡아 늘임)
- ③전단변형(대각선 방향으로 늘임)
- ④압축변형(두께 방향으로 누름)
- ⑤표면마찰(표면의 미끄러짐)

두께 및 중량(단위면적당 중량)도 중요한 역학적 특성입니다. 계측 장치로서는 KES(Kawabata evaluation system)가 잘 알려져 있습니다.

질문 : 태를 표현하는 언어가 많다고 생각되는데요.

답변 : 자주 사용되는 용어로는 ‘탄력이 있다’, ‘단단하다’, ‘뽀뽀하다’, ‘매끈하고 평활하다’, ‘거칠다’, ‘두껍다’, ‘얇다’, ‘부피감이 있다’, ‘탄성이 있다’ 등이 있지만, 자세하게 구분한다면 150 여개가 있습니다.

(2) 태 관련 형용어와 역학적 특성의 연결

질문 : 태 관련 형용어와 기본 역학 특성은 어떻게 연결될 수 있습니까?

답변 : 같은 용어로 다른 의미로 사용하는 경우가 있으며, 반대로 다른 용어인데 같은 의미로 사용되는 경우가 있습니다. 따라서 용어와 기본 역학 특성을 1 대 1로 결합하여 사용할 필요는 없습니다.

질문 : 예를 들면 “부드럽다” 라는 용어는 다양한 경우에 사용되고 있네요.

답변 : “부드럽다”, “소프트하다” 는 아래와 같은 경우에 사용되고 있습니다(→대처 방법).

- ① 구부러져 부드럽다 → 가는 섬유, 가는 실을 사용
- ② 압축하여 부드럽다(두꺼운 직물) → 실에 부피감을 부여한다.
- ③ 전단변형하기 쉽다(얇은 직물) → 감량가공 또는 저장력 가공을 한다.
- ④ 미끄러지기 쉽다 → 미끄러지기 쉬운 가공제를 원단 표면에 부여한다.

⑤ 얇고 가볍다 → 직물 설계(실의 굵기, 직밀도 등)를 변경한다.

⑥ 표면 잔털의 상태 → 박기모 가공을 한다.

이 중 어디에 해당하는가는 판정자의 손의 움직임을 관찰하거나 질문하여 추정합니다.

질문 : 딱딱하다, 부드럽다 등은 구부러짐의 차이를 말하는 것으로 생각되지만, 계측장치로 측정한 구부러짐과 어떠한 관계가 있습니까?

답변 : 계측장치로 측정한 구부러짐 정도를 순서적으로 나열하면 아래와 같습니다.

뽳뽳하다 > 딱딱하다 > 질기다 > 부드럽다, 소프트하다 > 흐물흐물하다

“뽳뽳하다”, “딱딱하다”, “흐물흐물하다” 는 사람들이 일반적으로 좋아하지 않은 태입니다. 사람들이 좋아하는 태는 역학적 특성이 일정 범위 내에 있는 것으로, 지나치게 크거나 작으면 꺼리게 됩니다.

(3) 태를 판정하는 손의 움직임

질문 : 태 판정 시 손의 움직임을 관찰할 때 중요한 것은 무엇입니까?

답변 : 태의 판정을 전문으로 하는 시험원의 손의 움직임을 해석해 보면 10 개의 패턴이 있습니다. 손의 움직임이 다르다는 것은 원단의 변형 모양이 다르다는 것으로, 역학적 특성과 관련하여 중요한 의미를 갖는다. 모직물의 경우에는 두 번 접은 상태에서 손을 사용하여

판정하는 경우가 많으며, 합섬직물 및 견 직물의 경우에는 손 전체로 쥐어 잡아 판정하는 경우가 많습니다. 면 직물의 경우 강하게 변형시키면 주름이 남기 때문에 어루만지듯이 만집니다. 니트의 경우 늘어납니다.

손의 움직임을 관찰하면, 구부림, 전단, 신장, 압축과 함께 힘을 가했을 때의 변형량과 함께 원래 상태로 돌아가려는 탄성력을 중시하고 있다고 판단됩니다.

(4) 태의 품질과 시대의 변화

질문 : 태는 감성과 관련되어 있는 측면이 있다고 알고 있습니다. 감성은 사람마다 다르며, 시대에 따라 변화하는 측면도 있다고 하더군요.

답변 : 최근 의복은 소프트화, 경량화의 흐름이 있지만 한때 좋아하던 태가 지금은 유행이 뒤져 기피하고 있는 것이 실제로 일어나고 있습니다.

질문 : 내의 등 피부에 접촉되는 의류에는 어떠한 접촉감이 특히 중요합니까?

답변 : 굵힘변형, 표면 마찰이 특히 문제가 되고 있습니다. 딱딱하고 까칠하면 불쾌의 원인이 됨으로 재차 검토해야 합니다.

(5) 원단의 역학적 특성과 가봉성, 소프트성

질문 : 원단의 역학적 성질과 봉제의 가봉성이 관계가 있다고 들었습니다.

답변 : 그렇습니다. 봉제란 평면의 원단을 입체적인 의복으로 만드는 것으로, 봉제에 의해 종이와 같은 아름다운 실루엣을 형성하는 것은 불가능합니다. 원단의 역학적 특성(특히, 신장변형, 전단변형)이 적정한

범위내에 있으면 가봉성은 좋습니다.

질문 : 의복의 드레이프성은 어떠한 관련이 있습니까?

답변 : 드레이프성(자중에 의해 아래로 드리워진 상태)과 같은 시각으로
판정되는 특성에는 원단의 역학적 성질(특히, 굽힘 변형, 전단 변형 및
밀도)이 관련됩니다.

(6)접촉냉온감

질문 : 접촉냉온감이란 어떠한 것입니까?

답변 : 원단을 만지는 순간 차갑게 느끼거나 따뜻하게 느끼는 것을 말합니다.
따뜻한 손에서 원단으로 순간 열이 이동하는 현상으로, 열의 이동이
많을 경우 차갑게 느낍니다.

질문 : 겨울에 차갑게 느끼는 경우가 자주 있기 때문에 실내의 온도와
관계가 있겠군요

답변 : 원단의 온도는 실온과 거의 같다고 생각되기 때문에 실온이 낮을수록
손에서 원단으로 열의 이동이 많게 되어 손의 열이 뺏기게 되며, 결국
차갑게 느끼게 됩니다.

질문 : 섬유의 열전도계수 및 관계가 크다고 생각됩니다만 원단의 물성과
관련이 있습니까?

답변 : 원단이 수분을 함유하고 있을 경우 또는 원단의 표면이 평활한 경우,
원단의 조직이 치밀한 경우가 열이동량이 많으며, 원단의 표면에
잔털이 많을 경우 열 이동량은 적게 된다. 겨울에는 차가운 느낌이

싫지만 여름에는 좋게 느껴지며, 여름에는 열전도계수가 큰 섬유(마
섬유 등)로 이루어진 제품이 선호되고 있습니다.