

스킨 스쿠바 의복재료의 현황 및 단열력에 관한 연구

김철순, 권영하, 유명철, 임길수, 이세용
경희대학교 섬유공학과

1. 서 론

2차 세계대전 중(1943년) 자크 이브 쿠스토우(J.I.Cousteau)와 가그논(E. Gagnon)등에 개발된 현대식 SCUBA는 전세계적으로 새로운 레크레이셔널 다이빙이라고 하는 새로운 스포츠를 창조했다. 현재 미국에서는 다이빙이 점점 안전해지면서 스쿠바 다이빙을 배우고 즐기는 사람이 많이 늘고 있으며 연간 60만명 이상이 캐리비안섬으로 다이빙을 하기위해 여행을 간다고 한다[1]. 국내에서는 현재 10~20만명의 레저 스쿠바 다이버들이 있을 것으로 추산되며 매년 10~35%의 급격한 증가 추세에 있다고 한다. 현재 스킨 스쿠바 국내시장에는 10개의 수입업체에서 약 25개의 브랜드를 수입하고 있으며 전국적으로 스킨 스쿠바장비업체는 수입상과 전문점을 합하여 약 300여개가 있다고 한다[2].

다이버들은 수중에서 열에 대하여 고려해야하는데 잠수준비시에 육상에서 과열이 되기 쉬우며 이는 heat exhaustion 또는 heat stroke를 가져오므로 주의해야한다. 특히 다이버는 수중에서 열손실에 대하여 고려해야 하는데 물은 열전도력이 공기보다 25배 크므로 체온의 급속한 열손실을 가져오며 깊이 잠수할수록 수온이 낮아지고 수압으로 인하여 의복재료의 두께를 얇게하여(9mm의 네오프렌 두께는 수심 30m에서 3mm로 저하) 단열력을 급격히 저하시킨다[3][4]. 그러므로 단열력이 좋으면서 부력이 적절하고 신축성이 좋고 외력에 영향을 적게받는 적절한 의류소재의 선택은 디자이너나 머천다이저에게 매우 중요하다고 하겠다. 만약 인체의 열의 손실이 너무 많으면 hypothermia에 걸리게 되어 생명에 지장을 주므로 인체를 보호해주는 의복의 역할은 매우 중요한데 다이버들은 가격적인 면에서 일반적으로 wet suit을 착용하며 cold water에서는 가격이 wet suit에비하여 3배이지만 dry suit을 착용한다. Dry suit는 피부와 슈트사이의 층이 일정하게 얇은 공기층으로 되어있고, Wet suit는 물로 이루어져 있고 이 물이 체온으로 부터 데워져서 인체를 따뜻하게 한다고 한다.

스킨 스쿠바 다이버들의 일의 능률을 효과적으로 하기위해서는 그들이 착용하고 있는 의복의 보온성, 쾌적성, 기능성측면이 고려되어야 한다. 따라서 본 연구는 스쿠바 다이빙을 위한 드라이 슈트와 젯 슈트의 소재의 현황을 살펴보고 이 소재들의 특성(단열력, 인장강도, 공기투과도, 직물두께)을 비교분석하고자 하였다.

2. 실험방법 및 절차

2.1 단열력 측정방법

본 연구에서는 20°C, R.H. 65%의 환경에서 ASTM D 1518-85 방법에 의하여 Guarded Hot Plate System을 사용하여 스킨스쿠버 의복 재료의 단열력(thermal resistance)을 측정

하였다. Hot-Plate 모델은 얇은 스테레스 스틸로 만들어진 세 개의 Heat zone(한 개의 열전달판 & 두 개의 열전달 보호대)으로 구성되어 있으며 맨위층에 있는 판의 중앙부위에 test plate가 위치하고 있고 그 주위에 약간의 열손실도 줄이기 위하여 Guard ring과 Lower guard가 각각 독립적으로 구성되어 있다. Ambient Temp Probes에서 시료 주변의 온도를 측정하고, Fabric Hood에서 보온력을 측정하게 되면 Interface Electronics를 통하여 단열력과 C.V 등을 모니터로 볼수 있다. ThermDac을 사용하여 데이터를 분석하였는데 단열력 (clo)은 평균피부온(test plate 온도: 33 °C), 기온, 평균피부온을 유지하는데 사용된 전력의 양으로부터 다음 식에 의하여 산출되었다.

$$\text{Thermal } R = \frac{T - T_{amb} * 6.45}{Q/A}$$

Q/A = Zone heat flux

T = Zone average temperature

T_{amb} = Ambient temperature

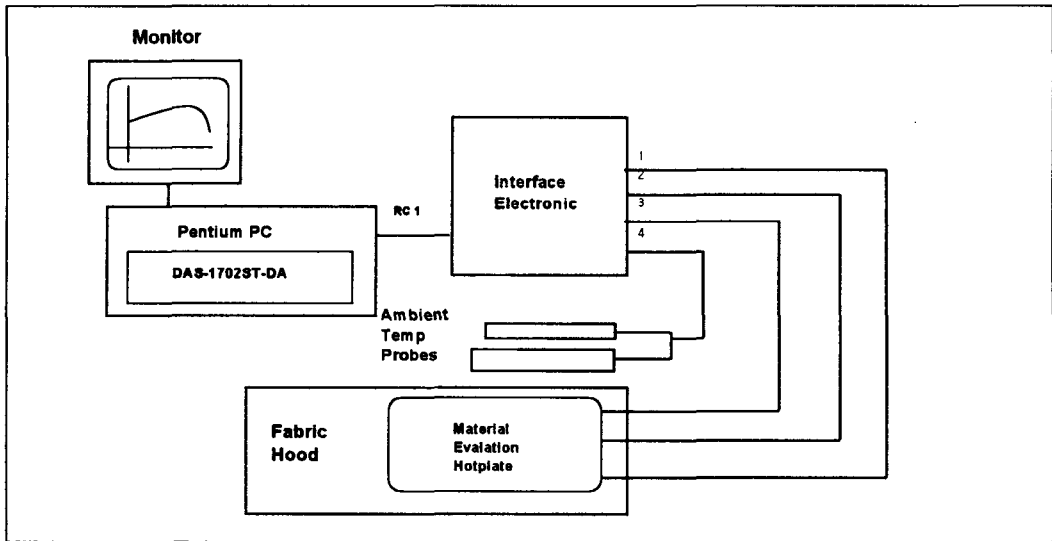


Fig 1. Guarded Hot Plate system components

2.2 시료의 두께 측정

시료의 두께는 JIS 1096방법에 의하여 두께측정기(CR-10A)를 사용하여 10초동안 50gf/cm하에서 측정하였다.

2.3 공기투과도 측정

공기투과도는 KSK 0570에 의하여 Frazier method를 사용하여 측정하였다.

2.4 인장강도 측정

시료의 인장강도 측정은 KSK 0520에 의하여 측정하였다.

2.5 스킨 스쿠바 의복 재료의 Cell Room 관찰

스킨 스쿠바 의복 재료의 Cell Room은 Image Pro Plus Software와 Hirox Camera의 Compact Micro Vision System을 이용하여 250배의 배율로 확대하여 관찰하였다.

3. 결과 및 논의

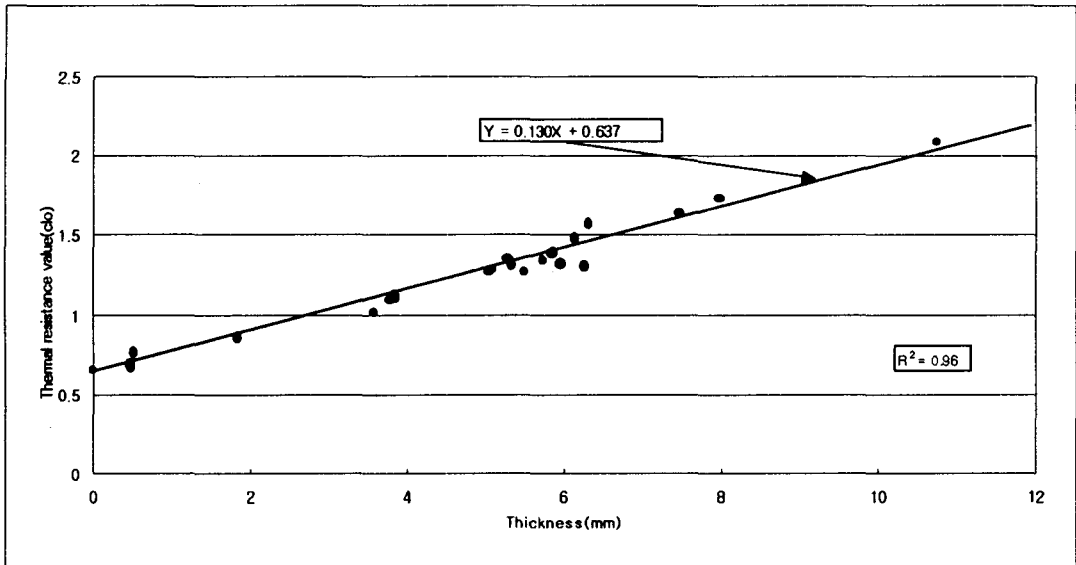
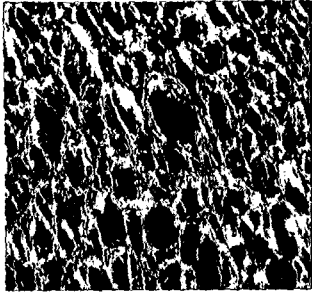


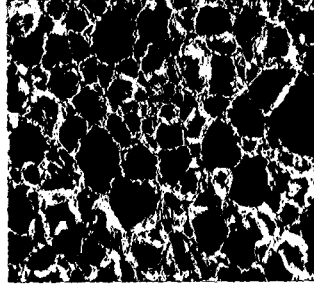
Fig 2. Relationship between thermal resistance value and thickness of skin scuba clothing material

본 연구에서는 국내에서 시판되고 있는 스킨 스쿠바 의복의 다양한 소재로 직물의 두께와 보온성과의 관계를 확인하기 위하여 SAS 통계 프로그램을 사용하여 Pearson 상관계수를 구하였는데 $r = 0.981$ 을 나타내어 매우 높은 양적인 상관관계를 나타내었다. 또한 단순회귀분석(simple linear regression model) 결과 $Y = 0.130X + 0.637$ ($R^2 = 0.96$)라는 회귀식을 얻었는데 Y는 직물의 단열력(clo)이고 X는 직물의 두께(mm)이다. 이 회귀식은 전체 변동의 96%를 설명하고 있다.

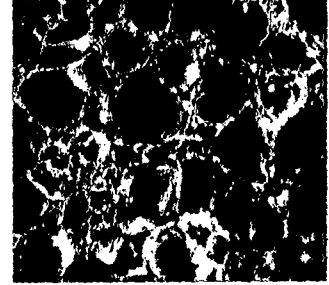
시판되고 있는 스킨 스쿠바 의복재료의 Cell을 관찰한 결과 3가지의 Size로 대별할 수 있었다. (Fig 3. 참조)



Micro cell



Small cell



Middle Cell

Fig 3. Photographs of cell in neoprene

4.결 론

스쿠버 의복의재료에 있어서 단열력은 두께의 직선함수이며 비슷한 두께의 경우에는 Cell의 크기가 큰 것이 보온성이 더 큰 것으로 나타났다. 보온성 뿐만아니라 내구성도 중요하므로 최종용도에 적합한 성능을 가진 소재의 선택은 디자이너에게 매우 중요하리라고 생각한다.

참 고 문 헌

1. Lynch, P.R.(1996). Historical and basic perspectives of SCVUBA diving. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, American College of Sports and Exercise
2. 조선일보, 1996, 6,13, 8면
3. Doubt, T.J. (1996). Cardiovascular and thermal responses to SCUBA diving. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, p581-586.
4. Barsky, S. (1995). Adventure in Scuba Diving. NAUI, p69.