동작성 향상을 위한 비행복의 패턴개선 및 평가

전은진¹⁾ · 박세권²⁾ · 유희천³⁾ · 김희은¹⁾

¹⁾경북대학교 의류학과

²⁾공군사관학교 산업공학과

³⁾포항공과대학교 산업경영공학과

The Improvement and Evaluation of the Flight Suit Pattern to Enhance Movement

Eun-Jin Jeon¹⁾, Sei-Kwon Park²⁾, Hee-Cheon You³⁾, and Hee-Eun Kim¹⁾

¹⁾Dept. of Clothing & Textiles, Kyungpook National University; Daegu, Korea

²⁾Dept. Industrial Engineering Air Force Academy; Choongbuk, Korea

³⁾Dept. of Industrial & Management Engineering, POSTECH; Pohang, Korea

Abstract : The purpose of this study is to evaluate a new flight suit in bilateral ways; subjectively and objectively in the improvements of comfort and mobility. Seven healthy males at the age of twenties volunteered in this wearing test. They were over 177 cm in height and 92-95 cm in chest circumference, which satisfies the 'M95 Special' size described in the Korean Military Specifications and Standards. The subjective satisfaction was evaluated according to the criteria of ease of donning and doffing, fitness of wear, mobility, space between cloth and body, convenience in using restroom. Subjective satisfaction evaluation says that the best improvement of movement are neck circumference, chest breadth, armscye circumference, waist back length, crotch length, crotch height and body rise. According to the evaluation, improvements of mobility were conspicuous especially in parts of body like neck, breast, waist, back, and arms. When evaluating objective satisfaction, we measured a angle difference in a prescribed standard-grid on a photograph that picked up while the subject performed each motion in front of 10 cm-interval grid. As a result, the motion that had angle difference above 5 degrees were arm stretching and standing on single leg holding at forward or at his side. Bending necks and waist, crouching also had angle difference of over 5 degrees. The improvements are discussed from the viewpoint that the increased ease in parts of armscye circumference and crotch in new flight suit pattern.

Key words: flight suit pattern, subjective satisfaction, objective satisfaction, improvement of movement

1. 서 론

비행복은 조종사가 비행 시에 착용하여 기온, 기압 강화와 강풍으로부터 신체를 보호하고 능률적인 비행업무 수행을 위해 착용하는 의복이며, 불연성 소재인 노맥스로 제작된다. 조종사는 고속비행 시 중력을 견디기 위해 비행복위에 G-슈트와 산소마스크 등의 여러가지 기기를 착용한 상태에서 비행기기를 다루어야 한다. 이러한 특수성으로 인해 비행복은 설계단계에서부터 동작용이성, 착용용이성, 안정성, 실용성, 편의성, 간편성, 내구성 등을 갖추어야 한다. 특히 비행 중 능률적인 기기 조작 측면에서 비행복의 동작용이성이 가장 중요하다고 할 수 있으며, 동작성 개선을 위해서는 비행복 제작 시 의복구성의 접

근이 체계적이고 과학적으로 이루어져야 한다. 또한 Ashdown (1996)은 비행복 설계 시 착용환경에서 요구하는 환경적합도, 작업수행도, 보호기능성, 쾌적성 등 복합적인 요인들이 최대한 충족되도록 설계되어야 한다고 하였다.

현재 사용 중인 한국 비행복의 문제점은 첫째 미군 비행복 디자인을 수정 없이 그대로 적용함으로 인해 한국 조종사의 체형에 적합한 디자인 및 패턴이 될 수 없다. 둘째 비행복의 치수체계는 조종사들의 인체계측 자료를 토대로 한 체형의 특징 파악 및 조사 없이 성인남성의 일반적인 신체사이즈를 사용해 치수체계를 구분함으로 인해 한국 조종사들의 체형에 적합할 수 없다. 셋째 조종사들의 비행복 선정 시 선정기준이 되는 항목은 가슴둘레와 키 항목만으로 그 외의 세부적인 신체치수가 제시 되어 있지 않다. 이러한 이유로 조종사들은 적절한 치수의 비행복을 선택하지 못해 착용 시 불편 사항이 클 것으로 예상된다. 또한 비행복은 비행기 조종 시뿐만 아니라 일상적인 근무시간에도 장시간을 착용하게 되므로 착용성, 동작용이성,

Corresponding author; Hee-Eun Kim

Tel. +82-53-950-6224, Fax. +82-53-950-6219

E-mail: hekim@knu.ac.kr

Table 1. 개선요구사항 및 패턴개선안

요구사항			패턴개선안
상의	목	목 부위의 동작성	1. 곡선화 2. 앞 목 중심 1.5 cm내려서 제도
	겨드랑이	진동돌레의 동작성	진동길이 연장
	소매	손목, 소매통의 size조절 손목부위 여밈 장치강화(Velcro폭, 길이)	1. 소매 line의 곡선화 2. 소매와 손목 폭 축소 조정 여밈 부위의 신축성 및 폭 조정
	칼라	line의 곡선화	1.line의 곡선화 2.bias재단
하의	허리	허리벨트의 탄성미약 허리 size 조절	1. 벨트 폭, 길이조절 2. 벨트고무 신축성 개선 3. 앉은 자세에서의 살 부위의 필요 여유량 삽입
	살	살 부위의 동작성	밑 위, 밑 아래 연장
	엉덩이	엉덩이 부위 당김	밑 위 길이 연장 및 곡선화
	바지통	바지통과 바지 단 부위의 size조절	1. 바지통과 단 부분의 size축소 2.Velcro처리
디테일	주머니	허벅지 주머니 부착 허리포켓의 안주머니 삽입 허리주머니 삭제 다리주머니 깊이 조절	1. 허벅지 주머니 부착 2. 허리 주머니 삭제 3. 종아리 주머니 깊이 조절 4. 팔 주머니 각도를 앞쪽으로 조절
	뒤트임	화장실 사용 편리성	엉덩이 부위에 형태의 트임 삽입(지퍼 여밈)

착의용이성, 탈의용이성, 여유성, 인체치수를 고려한 비행복의 개발이 필요하다.

이전연구에서 조종사들을 대상으로 하여 파악된 개선요구사항의 전반적인 항목은 치수, 소재, 패턴, 봉제 등으로 나타났으며, 치수항목에서는 치수의 다양화, 치수체계의 재 작성 등이었으며, 소재 항목에서는 등, 하절기의 구분과 보온성, 통기성 개선, 촉감과 신축성개선 등으로 나타났다. 패턴항목에서는 앞 목 여유량 증가, 손목돌레와 소매 폭 축소, 엉덩이부분 지퍼 삽입, 살 당김 개선, 허벅지 돌레 축소 등으로 나타났으며, 그 외 개선요구사항으로는 봉제의 개선과 부자재의 강도 개선 및 강화 등으로 나타났다.

관련 선행 연구로는 권상희, 하지수(2006)의 현대군복의 디자인 연구와 장지혜 외(1999), Ducharme(2006), Faerevik and Reinertsen(2003), Gaul and Mekjavic(1987)의 군복의 개발과 적합성, 최지숙 외(2003) 육군 전투복의 기능성 향상, 박선형 외(2005) 미래병사 체계를 위한 전투복의 프로토타입 디자인, 임현주 외(2006) 항공정비복 착용실태에 관한 연구 등이 있다. 비행복과 같은 상하일체형 의복의 패턴 관련 논문으로는 나미향 외(1997), Huck et al.(1997)의 오버롤 방진복의 패턴 설계, 이은정(2002)의 상지 동작에 따른 길의 변화, 임지영, 김혜경(2000)의 슬랙스 원형 설계 및 착의 평가, 김영희(2008)의 하지 동작에 적합한 남성복 슬랙스의 밑위길이 여유분 설정에 관한 연구 등이 있으나 비행복의 패턴과 관련된 연구는 거의 없는 실정이다.

과학기술의 급격한 발전으로 항공기의 제작 및 설계 기술은 첨단화되고 기기구조와 장비는 인간공학적으로 디자인 되어지고 있으나, 이러한 첨단 비행기를 조종하는 조종사들이 착용하게 되는 비행복의 인간공학설계 개선에 관한 연구는 전무한

실정으로 비행복의 설계 및 착용편이성 개선을 위한 연구가 절실히 요구된다. 따라서 본 연구에서는 조종사의 개선요구사항을 토대로 개선한 인간공학설계 비행복의 주관적 만족도평가와 객관적 기능성 평가를 실시하여 그 결과를 분석하고 고찰하고자 한다. 첫째 주관적 만족도 평가를 통하여 개선 전, 후 비행복의 착용감 및 개선 효과를 파악하고, 둘째 객관적 기능성 평가를 통하여 개선전, 후 비행복의 운동범위와 동작성 개선의 정도를 파악하려고 한다.

2. 연구 방법

2.1. 비행복 패턴 개선

2.1.1. 개선안 조사 방법

현재 육군 헬리콥터 조종사들이 사용하고 있는 비행복의 착용 시 문제점 파악을 위해 육군 항공학교 조종사 137명을 대상으로 사용특성 및 개선 부위에 관한 설문조사를 실시하였다. 설문지 문항은 개인 신상사항, 비행복 사용특성, 착용특성, 자유기술 문항으로 구성되어 있다.

2.1.2. 개선요구사항 및 패턴 개선안

설문조사에서 나타난 개선요구사항을 토대로 하여 패턴개선안을 추출하였으며, 패턴항목에서의 개선요구사항은 목, 가슴, 팔, 엉덩이, 다리, 주머니 등으로 분류하여 Table 1에 제시하였다. Fig. 1은 비행복 패턴의 개선 전, 후 수정사항을 나타낸 것이며, 제시되어진 패턴개선안을 기존 비행복패턴에 적용하여 완성한 후 'M95특' 사이즈의 실험 비행복을 제작하였다.

2.1.3 개선안 적용 패턴

Fig. 1. 개선 전, 후 패턴 수정 사항

2.2. 비행복 착용평가

2.2.1. 피험자

비행복 착용실험 피험자는 국방규격 사이즈 조건표에 명시된 ‘M95특’에 해당하는 신장 177 cm이상, 가슴둘레 92~95 cm의 신체조건에 맞는 20대 성인 남성 7명을 대상으로 하였다. 피험자의 평균나이는 25세이며 신장±표준편차는 179.0±1.4 cm, 체중 74.0±3.2 kg, 가슴둘레 97.0±1.3 cm이다.

2.2.2. 실험복

착용실험에 사용된 비행복은 현재 사용중인 비행복의 패턴에 개선요구사항을 토대로 한 개선안을 적용하여 제작 한 후 예비조사를 거쳐 수정 및 보완하여 완성하였다. 실험에 사용된 비행복은 3종류로 개선 전 비행복, 개선안 1 비행복, 개선안 2

비행복으로 나누어진다. 개선 전 비행복은 현재 조종사들이 사용 중인 ‘M95특’ 비행복이며, ‘개선안1 비행복’은 개선 전 비행복 패턴에 Table 1의 개선안을 적용하여 수정한 것이며 ‘개선안 2 비행복’은 패턴개선과 엉덩이부위에 뒤 트임을 삽입한 비행복이다. Table 1에 나타난 개선안 중 화장실 사용편리성에 관한 항목의 포함 여부에 따라 개선안 1, 2로 나누었다. 개선안 2의 경우 화장실사용 불편함 개선에 관한 요구사항이 많아 추가 제작 하였다.

2.2.3. 측정항목 및 방법

비행복 착용 실험의 평가항목은 주관적 만족도 평가인 착용편이성 평가 6항목과 객관적 기능성 평가인 12개 항목의 운동범위평가로 나누어 평가하였다

Table 2. 착용편이성 평가를 위한 평가 척도

5점 리커트 척도						
평가항목	착의용이성	착의성	동작용이성	여유성	화장실사용편리성	탈의용이성
1	아주 어려움	거의 맞지 않음	아주 어려움	아주 불편함	아주 불편함	아주 어려움
2	조금 어려움	조금 맞지 않음	조금 어려움	조금 불편함	조금 불편함	조금 어려움
평가척도	3 보통	보통	보통	보통	보통	보통
4	조금 쉬움	조금 맞음	조금 쉬움	편리함	편리함	조금 쉬움
5	아주 쉬움	아주 잘 맞음	아주 쉬움	아주 편리함	아주 편리함	아주 쉬움

1) 주관적 만족도 평가 (착용 편이성 평가)

착용실험에서 주관적만족도 평가인 착용 편이성 평가는 비행복 착용 시 피험자가 느끼는 편안함의 정도를 평가하는 것으로, 피험자가 비행복을 착용하고 동작 수행 후 의복부위에 따라 착의용이성, 착의성, 동작용이성, 여유성, 화장실 사용 편리성, 탈의용이성의 6개 항목을 주관적으로 평가하는 것이다. 평가 방법은 비행복을 착용 한 후 동작 시 의복부위별 편안함 정도를 5점 likert척도로 표시하였다.

착의용이성과 탈의용이성은 비행복의 착의와 탈의 시의 용이함의 정도를 나타내는 것이며 착의성은 비행복 착용 시 피험자의 신체에 잘 맞는지에 대한 것이고 동작용이성은 착용 후 동작 수행시의 용이성에 대한 것이며, 여유성은 동작 시 여유량의 적정정도를 평가하는 것이다. 화장실 사용 편리성은 비행복 착용 후 화장실 사용 시의 편리함과 불편함의 정도를 평가하는 것이다. 착용편이성 평가를 위한 5점 Likert평가 척도의 예는 Table 2에 제시 하였다.

2) 객관적 기능성 평가 (운동범위 평가)

착용실험에서 객관적 기능성평가인 운동범위평가는 비행복의 개선 전, 후 운동기능성을 객관적으로 측정하고 동작에 따른 각도차를 파악하여 운동범위의 개선효과를 분석하기 위하여 평가하였다. 평가 방법은 10 cm 간격의 격자 그리드를 벽면에 설치하고 피험자에게 비행복을 착용하게 한 후 동작을 수행하도록 하였다. 제시된 12개 동작은 관절각 측정법의 선행연구(Adams & Keyserling, 1993; Huck, 1988; 김영희, 2008)를 참고로 조종사들이 자주 사용하게 되는 부위를 중심으로 동작을 선정하였다.

제시된 동작은 목 젖힘(숙임), 팔 들어올리기(정면, 측면), 허리 젖힘(숙임), 한쪽 다리 들기(정면, 측면), 측면 구부리기, 골반 벌림, 팔 뒤로 젖히기, 쪼그리고 앉기 등이다. 제시된 동작을 수행하게 하여 개선 전 비행복과 개선 후 비행복의 부위별 동작 사진을 촬영하고 그리드에 기초하여 사진 위에 기준선을 설정한 후 각도차를 측정 하였다.

동작의 최대각도의 수준은 비행복을 착용하고 동작을 수행할 경우 불편함이 느껴지는 최초의 시점을 기준으로 최대 신전(extension) 하도록 하여 측정하였으며 실험복 및 동작의 순서

에 따른 오차를 줄이기 위하여 실험순서는 random order로 하였다. Fig. 2는 운동범위 평가에서 목 숙임과 목 젖힘의 동작 사진과 운동범위 측정 시 각도측정의 예를 나타낸 것이다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 주관적 만족도 평가 결과

3.1.1. 착, 탈의용이성

비행복 착, 탈의시의 용이함을 나타내는 착, 탈의용이성의 주관적 만족도 평가 결과 개선 전 비행복과 개선 후 비행복의 개선효과를 비교했을 때 개선효과가 가장 큰 의복부위는 앞 품, 뒤 품, 진동돌레, 가슴돌레, 어깨너비로 나타났다. 비행복의 디자인은 상하일체형으로 착의 시 하의 바지부분을 착의한 후 상의부분을 착의하는 구조로 되어있어 하의 착의 후 상의 착의 시 양쪽의 어깨부분이 걸리는 현상으로 인해 착의 할 때 어려움이 있었다. 또한 탈의 시에도 바지부분을 착의한 후 상의 착의 시 소매부분은 착의가 쉬우나 상의를 착의 할 때 착의 시와 동일한 어깨걸림현상으로 착의의 어려움이 있었다. 김영희(2007)는 연구에서 상하일체형 의복 착용 시 불편사항으로 상체가 움직일 때 하의도 같이 영향을 받아 인체 움직임을 구속한다고 하였다. 이러한 착, 탈의 시 어려움을 개선하고자 본 연구에서는 상의 패턴에서 진동돌레 깊이 조절, 뒤 허리 부위에 여유량 삽입 등의 개선안을 패턴에 적용하였으며, 이로 인해 개선 전 비행복에 비해 개선 후 비행복에서 상의에 해당하는 앞 품, 뒤 품, 진동돌레, 어깨너비 부위에 착, 탈의용이성이 개선된 것으로 생각된다. 각 항목별 주관적 만족도 평가 결과는 Table 3에 제시하였다.

3.1.2. 착의성

착의 시 신체부위의 맞음새를 나타내는 착의성의 주관적 만족도 평가 결과 개선 효과가 큰 부위로는 목돌레, 등 길이, 살 앞뒤길이, 살 높이, 엉덩이 길이 등으로 나타났다. 조종사들을 대상으로 조사한 착용특성 평가에 관한 이전연구에서 비행복의 개선요구 사항으로 가장 많은 비율을 차지한 것은 앞 목 조임 개선, 살 부위의 당김 개선으로 나타났다. 이는 비행복이 상하일체형 디자인임으로 인해 구부리거나 앉는 동작 시에 살 부위의 당김, 앞 목 부위 당김 현상으로 나타난 결과라고 생각된다. 이는 작업복 착용자가 작업 시에 느끼는 불편부위를 밑위부위(44%)로 제시한 조희립(1996)의 연구와 운전 시 느끼는 가장 불편한 부분(57.9%)을 바지 가랑이 부위라고 제시한 이혜진, 최혜선(2002)의 연구결과와 동일한 결과이다. 당김 현상 개선을 위해 본 연구에서는 앞 목 여유량 삽입 및 곡선수정, 살 길이 연장, 뒤 허리부위 여유량 삽입, 살 높이 수정 등의 개선안을 패턴에 적용하여 개선 후 비행복을 제작하였다. 개선 전 비행복과 개선 후 비행복의 착의성 평가결과 엉덩이 부위에 해당하는 살 부위, 엉덩이 길이, 살 앞뒤길이와 목돌레 항목에서 개선 효과가 크게 나타났다. Huck et al.(1997)의 연구에서도 소방용

Fig. 2. 운동범위평가의 예

Table 3. 주관적 만족도 평가 결과

	착의용이성				착의성				동작용이성				여유성				탈의용이성			
	A		B ^(A-B)		A		B ^(A-B)		A		B ^(A-B)		A		B ^(A-B)		A		B ^(A-B)	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
목둘레	3.0	0.58	3.9**	0.38	2.0	0.82	4.0***	0.00	2.0	0.82	4.1***	0.38	1.9	0.69	4.0***	0.58	3.3	0.49	4.0**	0.00
앞폭	2.6	0.53	3.6**	0.53	3.1	0.69	4.1**	0.38	3.0	0.58	4.3***	0.49	3.3	0.49	4.0**	0.00	2.1	0.38	3.7***	0.49
뒤폭	2.9	0.38	3.9**	0.38	3.3	0.76	4.0**	0.58	3.4	0.98	4.3***	0.76	3.4	0.53	4.0*	0.00	2.9	0.69	3.9**	0.38
가슴둘레	3.0	0.00	3.7**	0.49	3.1	0.38	3.9**	0.38	3.1	0.38	4.0***	0.00	3.1	0.69	3.9**	0.69	2.3	0.49	3.7***	0.49
진동둘레	2.4	0.53	3.7**	0.49	2.7	0.49	3.7**	0.49	2.6	0.53	3.9***	0.38	2.9	0.69	3.9**	0.69	2.1	0.38	3.6***	0.53
손목둘레	3.3	0.49	3.6	0.53	3.4	0.98	3.9	0.69	3.4	0.53	4.0*	0.58	3.6	0.53	4.1	0.69	3.7	0.49	4.1*	0.38
어깨너비	2.6	0.53	3.7**	0.49	3.3	0.95	4.1**	0.38	2.9	0.69	4.0*	0.58	3.6	0.53	3.9	0.69	2.4	0.98	3.6*	0.53
등길이	3.1	0.38	3.6*	0.53	2.4	0.53	4.0***	0.58	2.4	0.53	4.0***	0.58	2.4	0.79	3.7**	0.49	3.3	0.49	4.0**	0.00
소매길이	3.6	0.53	3.9	0.69	3.6	0.53	4.1*	0.38	4.0	0.00	4.1	0.38	3.9	0.38	4.1	0.38	3.7	0.49	4.0	0.00
허리둘레	3.0	0.00	3.9***	0.38	3.7	0.49	4.0	0.00	3.3	0.49	4.0**	0.00	3.0	0.58	4.0**	0.00	3.6	0.53	4.1*	0.38
엉덩이둘레	3.4	0.53	4.0*	0.58	3.4	0.53	3.9*	0.69	3.3	0.49	4.0**	0.00	3.0	0.58	3.7*	0.49	3.6	0.53	4.0*	0.00
넙다리둘레	3.6	0.79	3.9	0.69	3.4	0.53	3.7	0.49	3.4	0.53	4.0*	0.00	3.3	0.49	3.9*	0.38	3.6	0.53	4.0*	0.58
무릎둘레	3.4	0.53	3.7	0.49	3.6	0.53	3.7	0.49	3.6	0.53	4.0*	0.00	3.4	0.53	3.9*	0.38	3.6	0.53	4.1*	0.69
발목둘레	3.3	0.49	3.7*	0.49	3.4	0.53	3.9	0.38	3.7	0.49	4.1 *	0.38	3.4	0.53	3.9*	0.69	3.6	0.53	3.7	0.95
살앞뒤길이	3.3	0.49	3.7*	0.49	1.6	0.53	4.0***	0.00	1.9	0.69	4.1***	0.38	1.6	0.79	4.3***	0.49	3.3	0.49	3.9*	0.38
살높이	3.1	0.38	3.9**	0.38	1.7	0.49	3.9***	0.38	1.7	0.76	3.9***	0.38	1.9	1.07	4.1***	0.69	3.3	0.49	3.9*	0.38
엉덩이길이	3.1	0.38	3.9**	0.38	2.1	0.38	3.7***	0.49	2.3	0.49	3.7***	0.49	2.0	1.15	4.0**	0.82	3.3	0.49	3.9	0.69
바지길이	3.4	0.53	3.7	0.49	3.9	0.38	4.1	0.38	3.6	0.53	4.3**	0.49	3.9	0.38	4.1	0.4	3.7	0.49	3.7	0.49

A ; 개선전 비행복 B ; 개선안 1 비행복 * P < 0.05 ** P < 0.01 *** P < 0.001

오버롤의 등과 뒤 허리부위에 여유량을 삽입할 경우 몸통굴곡에서 가장 높은 ROM증가율(28.8%)을 보였으며, 상체 및 몸통굴곡 동작에 상당한 기능성 향상 효과가 나타났다. 이러한 이유로 개선 후 비행복의 경우 착의 시 개선 전 비행복 보다 살 부위와 목 부위의 착용감이 편안한 것으로 생각된다.

3.1.3. 동작 용이성

비행복 착용 후 동작을 수행할 때 얼마나 용이한지를 나타내는 동작용이성의 주관적 만족도 평가 결과 개선 효과가 큰 부위로는 목둘레, 앞폭, 진동둘레, 등길이, 살 앞 뒤 길이, 살 높이, 엉덩이 길이 등으로 나타났다. 이것은 착의성의 결과와 유사한 형태로서 착의성과 동작용이성이 정적 상관관계가 있음을 나타낸다고 할 수 있다. 착의성과 동일한 결과가 나온 부위로는 목둘레, 등길이, 살 앞뒤길이, 살 높이, 엉덩이길이 등으로 이는 상하일체형 비행복의 단점을 패턴상에서 수정 보완함으로써 인해 길이항목의 당김 현상이 개선된 결과이다. 강순희(1973)는 허리 아래쪽 부분에 앉는 동작시의 필요 여유량을 길이방향으로 15%-30%증가 시킬 경우 바지의 기능성을 향상시킨다고 하였으며, 강여선 외(2006)의 연구에서는 살 부위의 착의성에 가장 큰 영향을 미치는 부위가 살 앞뒤길이라고 지적하였다. 살 부위 등의 하의 이외에 동작용이성의 개선 효과가 큰 부위로는 앞폭, 진동둘레로 나타났으며, 이는 진동둘레 여유량

삽입 등의 수정으로 인한 개선효과라고 생각된다. 김영희(2007)는 연구에서 겨드랑부위에 pleats를 넣어줄 경우 팔을 최대한 들어올리는 동작인 어깨 내전/외전 동작에서 25.1%의 ROM증가율을 보였다고 하였다. 또한 강순희(1973)는 armhole의 아래쪽 길이로 여유를 두는 것이 운동량을 향상시킨다고 하였다. 이러한 진동둘레 여유량 삽입 등의 개선안이 적용된 개선 비행복의 경우 팔 동작 시 겨드랑 부위의 당김 현상의 완화로 인해 팔동작 시 동작 용이성이 향상된 것으로 생각된다.

3.1.4. 여유성

비행복 착용 후 동작 시 적절한 여유량의 정도를 나타내는 여유성의 주관적 만족도 평가 결과 개선효과가 큰 부위로는 목둘레, 등 길이, 살 앞뒤 길이, 살 높이, 엉덩이 길이 등으로 나타났다. 의복의 여유성은 부위별로 필요한 여유량이 적절히 삽입된 것이 가장 이상적이라 할 수 있으며 여유량이 많을수록 여유성이나 동작용이성이 개선된다고 할 수 없다. 김영희(2008)는 하지의 운동기능성은 밀위길이에 여유분이 가해질 때 점점 증가하다가 적정 여유분을 초과하였을 경우 그 기능성이 감소한다고 하였으며, 여유분이 지나칠 경우 밀위부분에 여유량을 두지 않은 경우보다 오히려 하지의 기능성을 구속한다고 하였다. 그러므로 의복 부위별 적절한 여유량의 삽입은 비행복의 동작용이성 및 착의성에 큰 영향을 미친다고 할 수 있다.

Fig. 3. 개선안2 비행복 뒤 트임 구조

본 연구에서는 비행복의 패턴 개선 시에 여유량이 적은 살 부위와 살 높이, 목둘레, 진동둘레와 같은 부위에는 여유량을 증가시켜 적용하였으며, 손목, 발목과 같은 여유량이 필요량보다 많아 오히려 동작성을 나쁘게 한 부위에는 여유량을 삭제함으로써 비행복의 전체적인 동작성과 착용감을 개선하였다.

3.1.5. 화장실 사용 편리성

비행복 착용 후 화장실 사용 시에 편리함과 불편함의 정도를 나타내는 화장실 사용편리성의 주관적 만족도 평가 결과 개선효과가 큰 항목으로는 탈의 시 지퍼조작, 탈의용이, 옷 정리용이, 화장실 사용 용이, 착의 용이로 나타났다. 화장실 사용 편리성 항목을 순서대로 수행하도록 한 후 소요되는 시간을 측정 한 결과 개선 전 비행복과 개선안2(뒤 트임) 비행복의 경우 시간이 거의 유사하게 소요 되는 것으로 나타났다. 개선 전 비행복의 경우 화장실을 사용할 경우 상의를 모두 탈의 한 후 앉는 자세를 취하게 되므로 탈의 시 어깨 걸림 현상, 상의 탈의 후 탈의 된 상태의 옷 정리에 어려움이 있는 것으로 나타났다. 이의 개선을 위하여 본 연구에서는 엉덩이 부위에 ㄱ 형태의 지퍼를 삽입하여 뒤 트임이 있는 개선안 2 비행복을 제작 하였다. 개선안 2 비행복의 경우 화장실 사용 시 상의 해당 부분을 착 탈의 하지 않고 뒤 지퍼를 사용하여 엉덩이 부위를 개폐하므로 착 탈의 용이성, 옷 정리 용이, 화장실 사용 용이성

이 개선되었다. 특히 옷 정리 용이와 화장실 사용 용이성의 개선 효과가 크게 나타나 조종사들이 비행복을 착용하고 화장실을 사용할 경우 개선2 비행복의 경우 편리성이 크게 개선될 것으로 생각된다. Fig. 3은 개선안 2 비행복의 뒤트임 구조를 나타낸 도식화이다.

개선 전 비행복과 개선안 2 비행복과의 화장실 사용 편리성에서 개선 효과가 없는 것으로 나타난 항목으로는 탈의 시 지퍼 조작, 착의 시 지퍼조작과 착, 탈의 소요시간 항목이다. 개선효과가 나타나지 않은 이유로는 착, 탈의 시 지퍼조작, 착, 탈의 소요시간의 경우 개선 전 비행복의 경우 착 탈의 시 앞 여밈 지퍼를 열고 닫는 형태이고 개선안 2 비행복의 경우 엉덩이 뒷부분의 지퍼를 개폐하게 되므로 지퍼조작의 항목에서는 개선효과가 나타나지 않은 것으로 생각된다. 항목별 화장실 사용 편리성 평가 결과를 Table 4에 제시하였다.

3.2. 객관적 기능성 평가 결과

객관적 기능성 평가는 동작에 따른 운동범위를 평가하는 것으로 본 연구에서는 12개 동작을 수행하도록 하여 개선 전, 후 비행복의 운동기능성을 객관적으로 측정하고 동작에 따른 각도차를 파악하여 운동범위의 개선효과를 분석하였으며, Table 5에 객관적 기능성 평가 결과를 제시하였다.

평가결과 개선 전, 후의 운동범위 각도 차가 10도 이상 나온 항목으로는 한쪽 다리들기(정면)(11), 팔 뒤로 젖히기(10.9)로 나타났다. 이는 진동둘레의 여유량 삽입과 살 부위의 여유량 삽입 및 곡선화 등의 개선안을 개선 비행복 패턴에 적용하여 제작함으로써 진동둘레 및 살 부위의 여유량 증가 및 맞음새 향상 결과라고 생각된다. 이는 인체의 움직임에 따라 가장 많은 신축과 굴곡이 일어나는 밑위부위의 기능성이 하의의 착용감과 동작성을 결정짓는 중요한 요소라고 한 김영희(2008)의 연구결과와 동일한 결과이다.

개선 전, 후의 운동범위 각도 차가 5도 이상 10도 미만으로 나온 항목으로는 목 숙임(8.4), 허리 숙임(7.7), 목 젖힘(7.2), 한쪽 다리들기(옆면)(6.9), 허리 젖힘(5.8), 골반 벌림(5.3) 쪼그리고 앉기(5), 등으로 나타났다. 목 젖힘(숙임) 항목에서 각도

Table 4. 주관적 만족도 평가 결과 (화장실 사용 편리성 평가)

화장실사용편리성	A		B		C		A-B		A-C	
	mean	SD	mean	SD	mean	SD	차이값	t-test	차이값	t-test
탈의시 지퍼조작	3.1	0.90	3.6	0.79	3.0	1.15	0.4	N.S	-0.1	N.S
탈의용이	2.6	1.13	3.4	0.53	4.1	1.07	0.9	*	1.6	*
옷정리용이	2.4	0.53	3.0	0.82	4.4	0.53	0.6	N.S	2.0	***
앉는자세	2.1	0.69	2.6	0.98	4.4	1.13	0.4	N.S	2.3	***
착의용이	1.9	0.38	3.0	0.82	3.6	0.79	1.1	**	1.7	**
착의시 지퍼조작	3.7	0.49	3.7	0.49	2.3	0.76	0.1	N.S	-1.4	**
착,탈의소요시간	30	5.51	26.4	2.06	23.9	6.98	-3.6	*	-3.1	N.S

A ; 개선 전 비행복 B ; 개선안 1 비행복 C ; 개선안 2 비행복 * P < 0.05 ** P < 0.01 *** P < 0.001

Table 5. 객관적 기능성 평가 결과

		A		B		A-B		
	동작	mean	SD	mean	SD	각도차	개선율(%)	t-test
옆면	1 목젓힘	56.7	10.92	63.9	10.65	7.2	13	*
	2 목숙임	103.6	6.43	112.0	11.94	8.4	8	*
	3 팔들어올리기	70.3	4.35	73.3	4.61	3	4	**
	4 팔뒤로젓히기	32.1	5.76	43.0	4.43	10.9	34	**
	5 허리젓힘	26.6	3.05	32.4	3.87	5.8	22	***
	6 허리숙임	95.7	3.59	103.4	4.79	7.7	8	**
	7 한쪽다리들기	75.0	5.23	81.9	7.93	6.9	9	**
	8 쪼그리고앉기	60.6	4.28	65.6	6.19	5	8	*
정면	9 팔들어올리기	43.3	2.36	44.9	1.68	1.6	4	*
	10 측면구부리기	47.4	6.88	51.7	3.90	4.3	9	N.S
	11 골반벌림	38.7	2.81	44.0	3.16	5.3	14	***
	12 한쪽다리들기	34.9	5.18	45.9	5.52	11	32	**

A ; 개선 전 비행복 B ; 개선안 1 비행복 * P < 0.05 ** P < 0.01 *** P < 0.001

차 개선이 나타난 이유로는 앞목 중심 내림 처리, 곡선화, 칼라의 바이어스 처리, 칼라의 곡선화 등의 개선안을 적용한 결과이며, 허리 젓힘(숙임) 항목에서 각도 차 개선이 나타난 이유로는 뒷 중심 허리부위에 앉는 자세 시 필요 여유량을 삽입한 결과이다. 이는 비행복과 같은 오버롤 형태의 의복 설계와 관련해서 동작성 개선을 위해 각 관절 부위의 동작 범위(Range of Motion, ROM)와 쾌적감, 피로도, 착의 용이성, 맞춤새 만족도 등의 주관적 평가를 실시해 오버롤 형태 의복설계시의 적절한 여유량 파악한 Huck et al.(1997)의 연구에서 제시한 뒤 허리부위 여유량 삽입과 일치하는 결과이다.

또한 각도 차 개선이 나타난 한쪽 다리 들기(옆면)와 쪼그리고 앉기 등은 살 부위 여유량 삽입, 곡선화, 뒤 중심허리부위에 앉는 동작 시 필요 여유량 삽입 등의 개선안 적용으로 인한 운동범위의 개선이라고 생각 된다. 각도차가 크게 개선된 것으로 나타난 팔 뒤로 젓히기, 한쪽다리 들기(정면), 목 젓힘, 목 숙임, 허리 젓힘, 허리 숙임, 한쪽 다리들기(옆면), 쪼그리고 앉기 등의 항목은 개선요구사항을 토대로 한 개선안을 적용한 부위로서 패턴이 개선됨으로 인해 운동범위의 개선효과가 큰 것으로 나타났다. 각 항목별 운동범위의 개선은 또한 동작용이성, 착의성과 같은 주관적 만족도와 상관관계가 있으며 이러한 이유로 인해 비행복의 패턴 개선은 주관적 만족도와 객관적 기능성 모두에서 개선효과를 나타내는 것으로 연구 결과 나타났다. 본 연구에서 제시한 개선안을 비행복의 패턴에 적용할 경우 비행 시 조종사의 착용감 향상 및 동작용이성이 향상되어 조종능률이 향상될 것으로 사료된다.

4. 고 찰

과학기술의 급격한 발전으로 항공기의 제작 및 설계 기술은 첨단화되고 기기구조와 장비는 인간공학적으로 디자인 되어지

고 있으나 이러한 첨단 비행기를 조종하는 조종사들이 착용하게 되는 비행복의 인간공학적 설계 개선에 관한 연구는 전무한 실정으로 비행복의 설계 및 착용편이성 개선을 위한 연구가 절실히 요구된다. 따라서 본 연구에서는 조종사의 개선요구사항을 토대로 패턴을 수정하여 동작성을 개선한 인간공학적인 비행복의 주관적 만족도평가와 객관적 기능성 평가를 실시하여 그 결과를 분석하였다. 주관적 만족도 평가를 통하여 개선 전, 후 비행복의 착용감 및 개선 효과를 조사하고, 객관적 기능성 평가를 통하여 개선 전, 후 비행복의 운동범위를 평가하여 동작성 개선의 정도를 파악하였다.

이전 연구에서 개선 요구사항을 조사한 결과 현 비행복의 문제점으로 ‘치수가 맞지 않는 부위’는 살 45%, 엉덩이 39%, 허리 28%, 손목 26%, 발목 22% 순서로 나타났으며 ‘착용 시 불편부위’는 살 53%, 엉덩이 35%, 손목 18%, 어깨 15%, 목 15%, 거드랑이 15%의 순으로 나타나 착용 시 불편 부위와 치수가 맞지 않는 부위 모두 가장 불편한 부위로는 살 부위인 것으로 나타났다.

조희립(1996)과 이해진, 최혜선(2002)의 연구에서도 작업 시 느끼는 가장 불편한 부위를 밀위 부위라고 하였으며, 김영희(2008)의 연구에서는 인체의 움직임에 따라 가장 많은 신축과 굴곡이 일어나는 밀위 부위의 기능성이 하의의 착용감과 편안함을 결정짓는 중요한 요인이라고 제시하였다. 특히 비행복은 상하 일체형의 디자인임으로 인해 앉은 자세나 구부리는 동작 시에 살 부위, 엉덩이, 허리 부위와 앞목 부위의 당김 현상이 일반 작업복과 비교했을 때 클 것으로 생각된다. 손목, 발목, 허벅지 부위가 치수가 맞지 않는 부위로 나타난 것은 적정여유분을 초과할 경우 오히려 의복의 기능성이 감소한다고 한 김영희(2008)의 연구 결과와 같이 필요 이상의 여유량 삽입으로 인한 결과이며, 이의 개선을 위해 각 부위별 적절한 여유량 삽입 및 패턴을 수정하여 개선 비행복을 제작하였다.

주관적 만족도 평가 결과 착, 탈의용이성의 개선효과가 가장 큰 의복부위로는 앞품, 뒤통, 진동둘레, 어깨너비로 나타났으며 착의성의 개선 효과가 큰 부위로는 목둘레, 등 길이, 살 앞뒤 길이, 살 높이, 엉덩이 길이 등으로 나타났다. 동작용이성과 여유량의 개선효과가 크게 나타난 부위로는 목둘레, 등 길이, 살 앞뒤 길이, 살 높이, 엉덩이 길이 등으로 나타나 운동범위의 평가에서 운동범위의 개선효과가 큰 것으로 나타난 팔 뒤로 젖히기, 한쪽 다리들기(정면), 목 젖힘, 허리 젖힘(숙임), 한쪽 다리들기(옆면), 쪼그리고 앉기 등과 유의한 관계가 있는 것으로 나타났다. 이는 진동둘레의 여유량 삽입과 살 부위의 여유량 삽입 및 곡선화 등의 개선안을 개선 비행복 패턴에 적용하여 제작함으로써 진동둘레 및 살 부위의 여유량 증가 및 맞음새 향상의 결과라고 생각된다. 이는 작업자의 앉은 자세에서 뒤 허리부위에 필요 여유량을 slit형태로 넣어 오버롤형 의복의 살 부위 동작성 개선을 제시한 Huck et al.(1997)의 연구와 일치 한다.

개선요구사항을 토대로 개선안을 적용한 비행복을 현장적용할 경우 현 비행복의 불편사항으로 파악된 살, 엉덩이, 허리, 겨드랑이 부위, 앞목 부위 등의 당김 현상 해소로 인해 착용시 착용감, 동작용이성, 착, 탈의 용이성 등의 개선효과가 클 것으로 예상된다.

5. 결 론

본 연구에서는 조종사의 개선요구사항을 토대로 패턴을 수정하여 동작성을 개선한 인간공학적 비행복의 주관적 만족도평가와 객관적 기능성 평가를 실시하여 그 결과를 분석하였다.

주관적 만족도 평가 결과 착, 탈의용이성에서 개선효과가 가장 큰 의복부위로는 앞품, 뒤통, 진동둘레, 가슴둘레, 어깨너비로 나타났으며 착의성과 여유성에서 개선 효과가 큰 부위로는 목둘레, 등길이, 살 앞뒤길이, 살 높이, 엉덩이 길이 등으로 나타났다. 동작용이성의 주관적 만족도 평가 결과 개선 효과가 큰 부위로는 목둘레, 앞품, 진동둘레, 등길이, 살 앞 뒤 길이, 살 높이, 엉덩이 길이 등으로 나타났다. 화장실 사용편리성의 주관적 만족도 평가 결과 개선효과가 큰 항목으로는 탈의 시 지퍼 조작, 탈의용이, 옷 정리 용이, 화장실 사용 용이, 착의 용이로 나타났다.

객관적 만족도 평가 결과 개선 전, 후의 운동범위 각도 차이가 10도 이상 나온 항목으로는 팔 뒤로 젖히기, 한쪽 다리들기(정면)으로 나타났으며, 개선 전, 후의 운동범위 각도 차이가 5도 이상 10도 미만으로 나온 항목으로는 목 젖힘, 허리 젖힘(숙임), 한쪽 다리들기(옆면), 쪼그리고 앉기 등으로 나타났다. 이는 진동둘레의 여유량 삽입과 살 부위의 여유량 삽입 및 곡선화 등의 개선안을 개선 비행복 패턴에 적용하여 제작함으로써 진동둘레 및 살 부위의 여유량 증가 및 맞음새 향상의 결과라고 생각된다.

따라서 본 연구에서 제시한 개선안을 비행복의 패턴에 적용할 경우 비행 시 조종사의 착용감 향상 및 동작용이성이 향상

되어 조종능률이 향상될 것으로 생각된다.

그러나 본 연구에서는 실험복을 M95특 사이즈의 비행복에 국한하여 조사, 평가하였으며, 피험자를 조종사가 아닌 일반 20대 남성으로 선정함으로 인해 조종사들을 대상으로 한 조사가 필요하다. 또한 이전연구에서 파악된 비행복 개선요구사항 치수, 소재, 패턴, 봉제 중 본 연구에서는 패턴에 국한하여 착용평가를 실시하였으므로 추후 연구에서는 치수, 소재, 봉제관련 개선안을 적용한 비행복 제작 및 평가가 이루어 져야 할 것이다. 치수관련 연구로는 사이즈 데이터를 이용한 치수표 작성 및 치수표에 따른 패턴 그레이딩과 치수 세분화, 소재관련 연구로는 봉제의 강도개선과 부위별 봉제의 위치와 종류 표준화 등의 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 강순희. (1973). 피부신축에 따른 작업복 구성에 관한 연구. 한양대학교 논문집, p. 8, p. 629.
- 강여선, 성화경, 최혜선, 이경화. (2006). 성인남자용 의류 치수체계 개발을 위한 신체치수 분석(제1보). *한국의류학회지*, 30(8), 1199-1209.
- 권상희, 하지수. (2006). 현대 군복 디자인에 대한 연구. *한국복식학회지*, 56(9), 143-156.
- 김영희. (2007). 자동차정비작업복의 기능적 디자인 연구. *한국의류학회지*, 31(4), 531-539.
- 김영희. (2008). 하지 동작에 적합한 남성복 슬랙스의 밑위길이 여유분 설정에 관한 연구. *한국의류학회지*, 32(4), 553-561.
- 나미향, 장경진, 이연순. (1997). 오버롤형 방진복의 패턴설계에 관한 연구. *한국생활과학회지*, 6(2), 121-131.
- 박선형, 우승경, 이영신, 최의중, 김현준, 이주현. (2005). 미래병사체계를 위한 스마트 전투복의 프로토타입 디자인 -제1보-. *감성과학회지*, 8(3), 277-290.
- 이은정. (2002). 상지 동작에 따른 길의 변화에 관한 연구(제2보) -사선방향의 변화를 중심으로-. *한국의류산업학회지*, 4(2), 145-155.
- 이혜진, 최혜선. (2002). 운전 자세에 적합한 기능적 슬랙스 설계에 관한 연구. *한국의류학회지*, 26(11), 1514-1526.
- 임지영, 김혜경. (2000). 여중생의 하반신 유형별 슬랙스 원형설계 및 착의 평가에 관한 피복 인간공학적 연구. *한국의류학회지*, 24(8), 1125-1136.
- 임현주, 최혜선, 이경미, 김수아. (2006) 항공 정비복 착용실태에 관한 연구. *한국의류학회지*, 30(9/10), 1344-1353.
- 장지혜, 정희자, 김은경. (1999). 군복의 적합성에 관한 연구. *생활과학*, 2, 217-234.
- 조희립 (1996). *자동차 정비 작업복에 관한 태도 연구*. 성신여자대학교 대학원 석사학위논문.
- 최지숙, 최혜선, 이경미. (2003). 육군전투복의 기능성 향상을 위한 연구. *한국복식학회지*, 53(5), 141-153.
- Adams, P. S., & Keyserling, W. M. (1993) Three methods for measuring range of motion while wearing protective clothing : A comparative study. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 12(3), 177-191.
- Ashdown, S. P., & Watkins, S. M. (1996). Concurrent engineering in the design of protective clothing : interfacing with equipment design, in

- Johnson, J. S. and Mansdorf, S.Z. (Eds.), Performance of Protective Clothing, ASTM : PA.
 - Ducharme, M. B. (2006). Heat stress of helicopter aircrew wearing immersion suit. *Industrial Health*, 44(3), 433- 440.
 - Faerevik, H., & Reinertsen, R. E. (2003). Effects of wearing aircrew protective clothing on physiological and cognitive responses under various ambient conditions. *Ergonomics*, 46(8), 780-799.
 - Gaul C. A., & Mekjavic, I. B. (1987). Helicopter pilot suit for offshore application - A survey of thermal comfort and ergonomic design -. *Applied Ergonomics*, 18(2), 153-158.
 - Huck, J. (1988) Protective clothing systems: A technique for evaluating restriction of wearer mobility. *Applied Ergonomics*, 19(3), 185-190.
 - Huck, J., Maganga, O., & Kim, Y. (1997). Protective overalls: evaluation of garment design and fit. *International Journal of Clothing Science and Technology*, 9(1), 45-61.
- (2010년 3월 4일 접수/ 2010년 4월 1일 1차 수정/2010년 4월 1일 게재확정)