

보병용 배낭의 휴대 및 이동 성능에 관한 연구

정 성 학*

A study of the Infantry Backpack System for Portability and Mobility Performance

SungHak Chung *

요 약

본 연구의 목적은 보병용 휴대 배낭 설계를 위하여 인체공학적인 물자취급 중량을 검토하여 휴대 및 이동성능에 기초한 한계하중을 분석하는데 있다. 제품설계시 인체공학적인 설계 가이드라인과 운용현황을 조사분석하여 효율적인 운용성능을 위한 기초자료로 제공하고자 한다. 본 연구에서는 인력물자취급시 역사적 관점에서 생리학적인 연구방법, 생체역학적인 연구방법, 인체심리학적 연구방법들을 검토하여 보병용 휴대배낭의 휴대성 및 이동성을 분석하였다. 휴대성과 이동성 간의 관계를 분석한 결과, 단거리의 짧은 이동거리에서는 생체역학적인 기준치를, 1-2시간의 중간인 이동에서는 인체심리학적 기준치를, 4시간 혹은 그 이상의 장거리에서는 생리학적인 기준치를 적용하여 각각의 가이드라인들을 상호 절충하는 것이 필요한 것으로 판단된다. 본 연구에서는 보병의 물자취급시 4가지 연구방법을 제안하였다. 이러한 기존의 설계 가이드라인을 분석한 결과, 병사의 인체사이즈 측면에서는 5%tile의 경우 -091kg으로 여유중량이 부족하지만, 95%tile에서는 34.17kg까지 여유중량이 발생하는 것으로 판단된다. 이러한 연구결과는 물자취급시 편하고, 효율적인 운용성능을 창출하기 위해서 휴대중량과 이동거리에 따라 여유중량을 관리해야 할 것으로 판단된다.

▶ Keywords : 인력물자취급, 휴대성, 이동성, 보병용 휴대배낭

Abstract

The objective of this study is to weight analysis portable backpack system of infantry weapon systems for ergonomic design in manual materials handling tasks. For the product design, we analyzed the ergonomic guidelines and status of similar weapon systems by comparing the efficient operation performance provide for the basic data. Result of this study, the relationship between portability and mobility presented for schematic. In the short distance of the short biomechanical

•제1저자 : 정 성 학 • 교신저자 : 정 성 학
•투고일 : 2014. 2. 5, 심사일 : 2014. 2. 26, 게재확정일 : 2014. 3. 2.
* 국방과학연구소 (Agency for Defense Development)

criterion, 1-2 hours in the middle of moving psychophysical criterion, 4 hour or more long-distance criterion applied for the physiological criterion for easy of trade-offs that need to be considered. This study suggests for 4 research items for infantry backpack system in manual materials handling tasks. Throughout the result of anthropometric populations, the 5%tile body weight for -0.91kg but 95%tile in 34.17kg considered to be margin for free, easy and efficient operation for the weight margin between portability and mobility in manual materials handling tasks.

▶ Keywords : Manual Materials Handling Tasks, Portability, Mobility, Infantry Backpack System

I. 서 론

인력물자취급(MMH: Manual Materials Handling Tasks)은 사람의 인력을 바탕으로 체계 및 물자를 밀거나, 당기거나, 들어 올리거나, 내리는 일련의 임무들을 통칭하여 말한다. 이러한 인력물자취급의 특성은 인체 근력을 바탕으로 손이나 신체의 일부분을 이용하여 무기체계나 장비, 물자를 운용하는 것이다. 인력물자취급에 대한 인체공학적인 연구방법으로 4가지 연구방법들이 적용되어 오고 있다. 첫째, 분포집단의 통계학적 특성과 현장의 발생현황을 기초로 하여 연구하는 역학(疫學)적 연구방법(Epidemiological Approach). 둘째, 심장이나 호흡기 등 인체의 신진대사 에너지 대사량을 기초로 한 생리학적인 연구방법(Physiological Approach). 셋째, 인체(특히, 요추부 L5/S1)에 부가되는 압축력(Compressive Force), 전단력(Shear Force) 등의 신체부하를 이용하는 생체역학적인 연구방법(Biomechanical Approach). 넷째, 주어진 환경조건하에서 안전하게 처리할 수 있는 최대 부하를 결정할 때 시행착오의 반복 실험을 통하여 각 개인 자신의 힘 또는 능력을 자각(perceived exertion)하는 인체심리학적 연구방법(Psychophysical Approach)이 있다. 따라서, 본 연구에서는 인력물자취급시 역사적 관점에서 생리학적인 연구방법, 생체역학적인 연구방법, 인체심리학적 연구방법들을 검토하여 보병용 휴대배낭의 휴대성 및 이동성을 검토하고자 한다. 운용상에서 발생하는 물자취급시의 병사 부상을 사전에 검토하여 제품 설계시 인체공학적인 설계 가이드라인을 제공함으로써 인력물자취급시 중요한 설계 검토사항과 주의해야 하는 교범 기술사항들을 도출하여 이러한 사안들이 디자이너와 사용자인 병사들에게 소개함

으로서 인력물자취급시 편하고, 효율적인 운용성능을 검토하고자 한다.

본 연구에서는 보병용 휴대 배낭의 휴대중량에 대한 여러 가지 관점의 조사와 검토를 통한 적정 휴대중량을 분석하였다 (1). 휴대용 배낭은 병사들이 이동하는데 많은 영향을 주는 개인장구로서 수행하는 임무나 목적에 따라 몇가지의 형상들을 가지고 있다. 군 운용성 관점에서, 보병들이 물자취급 임무 수행에 가장 중요한 기능과 역할은 무기체계의 운용과 부수장비들의 물자취급이다. 보병용 배낭은 보병 임무를 수행하는데 핵심 장비이며, 전시 상황에서는 무기체계와 더불어 병사에게서 가장 가까운 곳에 위치하는 필수 운용 장비이다. 이 장비의 특성은 장병들에게 필요한 무기체계와 탄약을 휴대·운반하는 특징과 병사의 생존성에 높은 상관계수를 가지고 있다는 점이다. 또한, 전투하중/생존하중/최대하중으로 분류되는 휴대중량의 개념은 전투성능에 영향을 미치며, 휴대중량은 보병을 손상시키거나 피로하게 할 수 있는 특징을 가지고 있다. 따라서, 군사학을 연구하는 학자들은 중량물 취급의 몇 가지 사례를 소개하면서 이러한 원인이 전투력 저하, 혹은 전투력 상실, 불필요한 사망의 직접 혹은 간접적인 원인으로 꼽았다.

본 연구에서는 휴대용 배낭 설계에 반영하고자 보병용 휴대배낭의 적정 휴대중량에 대하여 검토하였다. 보병용 휴대배낭 설계시 인체공학적인 설계 가이드라인과 유사체계의 운용현황을 검토하고, 주요 설계 검토사항과 주의해야 하는 교범 기술사항들을 도출하여 이러한 사안들이 디자이너와 사용자인 병사들에게 소개함으로써 휴대 배낭 운용시 편하고, 효율적인 체계 운용성을 제고하고자 한다.

II. 문헌연구

2.1 인력물자취급시 휴대성 및 이동성

고대 그리스의 Iphicrates은 나무 방패, 창 및 검으로 보병들이 무장했다. 고대 그리스의 무거운 장비를 장착한 Hoplites는 스파르타 군을 격파했다. 아마도 더 큰 신체적 사이즈와 근지구능력 때문이겠지만, Hoplites는 전투에서 약 37kg의 중량을 취급했다. 이러한 측면에서 전투능력을 고려하여 17세기 스웨덴의 구스타푸스 아돌프는 갑옷을 제거하고, 무기체계(창과 방패) 중심으로 중량을 편성하였다. 1944년에 노르망디를 상륙한 미국 낙하산 병들은 개인이 약 36kg를 휴대하고 비행기에서 뛰어 내렸다.

신체 훈련은 행군시 휴대중량을 증대시키는 방법이 되었다. 로마 군단의 병사들은 약 32km 거리에 20kg 배낭을 메고, 시간당 5km의 속도로 한달에 약 3번씩 행군을 한 것으로 추정된다. 크롬웰의 군대 (C1640)는 정기적으로 24km 행군을 수행했다. Wingates Raiders로서 잘 알려진 버마사람은 형상이 큰 34kg 배낭들을 메고, 험악한 지형을 통과하여 버마까지 225km 도로 행군을 수행하였다. 또한, 미 산악부대는 한달에 약 3번씩 전투하중으로 미 육군의 제 10 산악사단 영내에서 거친 야지를 행군했다. 이들의 교육 지침은 분기별로 40km를 매년 5일 동안에 161km 행군하는 것이었다.

본 연구에서는 보병용 물자취급에 대한 현황을 조사하였다. 인력물자취급의 휴대성과 이동성을 검토하여 군 운용성 관점에서 장병들이 임무 수행하는 중요한 물자취급 인자들을 역사적인 관점에서 분석하였다. 인력물자취급은 전시 상황에 따라 무기체계의 운용성이 핵심요소이며, 근원적인 문제해결 요소이다. 더불어 가장 가까운 곳에서 가장 긴급하게 운용되는 필수 성능일 것이다. 이때 휴대용 배낭의 역할은 장병들에게 필요한 탄약을 운반하여 공급하는 기능을 수행하며, 병사가 중량부하를 자유롭게 운용하지 못하면, 전투성능을 손상시키거나 병사를 피로하게 할 수 있는 특징을 가지고 있다. 군사학을 연구하는 학자들은 중량물 취급의 몇 가지 사례를 소개하면서 이러한 원인이 전투력 저하, 혹은 전투력 상실, 불필요한 사망의 직접 혹은 간접적인 원인으로 꼽았다. 다음의 그림 1은 역사적으로 보병들이 행군시 취급했던 다양한 물자취급 중량을 도식한 것이다. 대략 35kg에서 최대 45kg인 것으로 기록되어 있다[1].

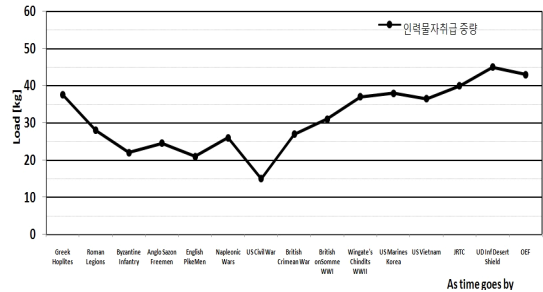


그림 1. 역사적으로 보병들이 취급했던 중량
Fig. 1. Carriage load for infantry on historical data

2.2 보병용 휴대배낭의 휴대성 및 이동성

보병용 배낭체계 운용자의 체중과 신장을 검토하였다. 보병들의 체중과 신장은 휴대 배낭 취급에 있어서 중요한 요소이다. 관절의 크기와 질량이 더 크면 근육의 부피와 질량이 크고, 중량 취급시 작용력이 크기 때문에 운용이 용이할 수 있다. 문헌분석 결과, 더 나은 영양과 에너지 공급으로 인해서 병사들의 신장은 약 10cm 가량 증가되는 추세에 있다 [2,3]. 표 1은 보병의 체중과 신장, 체질량지수, 체지방량, 체지방 등을 요약 정리한 것이다[2-7].

표 1. 훈련된 병사들의 신체적 특성치
Table 1. Trained infantry for physical characteristics

구분	신장 (cm)	체중 (cm)	체질량지수 (kg/m ²)	체지방량 (kg)	체지방 (cm)
French Army					
French (Crimean War)	163	56	21.1	NA	NA
French (Post-WWI)	163	NA	NA	NA	NA
British Army					
British (Post-WWI)	168	59	20.9	NA	NA
British recruits (1978)	175	70	22.9	NA	NA
British infantry (1976)	175	73	23.8	NA	NA
US Army					
US male soldiers (1864)	171	64	21.9	53	16.9
US male soldiers (1919)	172	66	22.3	55	15.7
US male soldiers (1946)	174	70	23.1	60	14.4
US male soldiers (1976)	175	73	23.8	59	19.5
US male soldiers (1984)	174	76	25.1	63	17.3
US male soldiers (1986)	177	76	24.2	NA	NA
US male soldiers (1988)	176	76	24.5	63	15.9
US male soldiers (1989)	178	77	24.4	64	15.9
US male soldiers (2004)	177	81	25.7	NA	NA
US male soldiers (2005)	178	83	26.4	68	17.7

전투하중(Combat Load)은 전투하중(Fight Load)과 행군하중(Approach March Load)로 구분했고, 전투하중(Fighting Load)은 적과 대치할 때 은닉이 필요한 하중이다. 이것은 군인의 의류, 방탄조끼, 방탄모, 무기, 식량, 대검, 탄약 등으로 구성된다.

행군하중은 더 장기간 운영을 위한 것으로, 전투하중(Combat Load)에 추가 배낭, 수면 물, 여분의 옷, 여분의 식량, 여분의 탄약이 포함된다. 현재, 미국 육군 교리는 전투중량이 체중의 30%, 행군하중이 체중의 45%를 권고하고 있다. 다음의 표 2는 보병들이 취급했던 물자취급 중량이다[7].

표 2. 아프가니스탄에서 보병들의 임무별 취급 중량 사례
Table 2. Materials handling tasks of carriage load for infantry mission in Afghanistan

구분	Fighting Load(kg)	Approach March Load(kg)	Emergency Approach March Load(kg)
Rifleman	29	43	58
M203 Grenadier	32	48	62
Automatic Rifleman	36	50	64
Antitank Specialist	31	45	59
Rifle Team Leader	29	43	59
Rifle Squad Leader	28	43	58
Forward Observer	26	41	58
Forward Observer Radio/Telephone Operator	27	39	54
Weapons Squad Leader	28	45	60
M240 Machine Gunner	37	51	60
M240B Assistant Gunner	32	55	67
M240B Ammunition Bearer	31	53	65
Rifle Platoon Sergeant	28	41	54
Rifle Platoon Leader	28	42	53
Platoon Medic	25	42	54
Radio / Telephone Operator	29	45	-
Mortar Section Leader	26	50	68
Mortar Squad Leader	28	58	65
60-mm Mortar Gunner	29	49	61
60-mm Mortar Assistant Gunner	25	55	-
60-mm Mortar Ammunition Bearer	24	46	-
Rifle Company Communication Chief	31	50	-
Fire Support Officer	25	42	-
Fire Support Noncommissioned Officer	24	41	65
Sapper Engineer	27	43	60
Company Executive Officer	27	42	-

Company First Sergeant	29	41	57
Company Radio/Telephone Operator	29	44	59
Rifle Company Commander	30	44	50
Average	29	46	60

1895년에 프리드리히 빌헬름 연구소에서는 통상 시원한 날씨라면, 행군하중은 병사가 22kg의 중량으로 24 km의 거리를 행군하는데 문제가 없음을 입증했다. 따뜻한 날씨에서 남성병사가 24시간 행군을 수행하였고, 이러한 무게를 지탱할 수 있다는 것을 보여 주었다. 1908년 이래로 군인들의 의류, 훈련, 식량들의 생리학적인 영향을 휴대중량 관점에서 평가하는 전문적으로 연구를 수행했다.

또한, 1987년 미 육군의 개발 및 고용기관(ADEA: Army Development and Employment Agency, Fort Lewis, WA)은 물자취급 중량 편성에 대한 개념을 폭 넓게 개발했다. 그들은 군인의 임무에 본질적으로 필요한 장비를 구성하며, 전투, 생존, 임무 완성을 위한 전투하중(Combat Load)을 정의했다. 미육군의 ADEA는 보병이 물자취급시 수행 할 수 있는 보병의 9가지 임무의 중량이다. 표 3은 보병의 무기체계 운용을 사례이다[8].

표 3. 보병용 무기체계 운용
Table 3. Operations for Infantry Weapon Systems

구분	중량 (kg)	신기술 적용 기대되는 중량 (kg)
Assistant Dragon Gunner	76	74
Assistant Machine Gunner	69	59
Radio Telephone Operator	68	64
Dragon Gunner	64	61
Rifleman	62	64
Squad Automatic Weapon Gunner	59	57
Platoon Leader	58	54
Machine Gunner	58	54
Grenadier	56	53
Average	63	60

실제 전투에서 무기체계를 취급하거나 중량물 취급에 대한 첫 번째 연구는 2003년 봄 아프가니스탄의 사막과 산에서 분쟁임무(저-강도)에 종사하는 보병 여단 (82공수사단)에서 수행되었다. 보병들의 한 팀은 전투력을 증강시키기 위해서 데이터 수집에 노력하였다. 중량은 2003년 4월 4일에서 2003

년 5월 5일까지 7가지 전투 임무를 포함한 15가지의 임무의 경우에 무기체계와 물자취급임무를 수행했다. 29가지 임무의 물자취급 중량들의 각각은 군인(보병)들에 의해 취급되었다. 이때, 평균 전투하중은 29kg이었으며, 행군하중은 46kg, 최대하중은 60kg인 것으로 보고되었다.

III. 보병용 배낭의 휴대중량 비교분석

보병용 배낭을 통한 군장의 구분은 단독군장, 기동군장, 완전군장, 의류대형군장으로 구분한다. 본 연구에서는 단독군장, 기동군장, 완전군장을 토대로 군장형태별 적정 휴대량을 검토하였다[8]. 개인장구류 휴대는 전투병이 작전형태 및 성격, 임무수행 정도에 따라 필요한 장구류를 휴대 및 부착하여 전투에 임하는 장구류 휴대의 선별기준을 말하는 것으로 이러한 휴대기준은 작전형태와 성격, 임무, 작전시간, 지형, 기후 등을 고려하여 결정하여야 한다.

휴대할 장구류의 중량과 기동성이 상충될 때는 기동성을 우선하고 개별 휴대할 장구류의 중량과 편중으로 무게가 과중시는 제대원 상호간 적절히 분할하여 휴대한다. 따라서, 군장의 적용은 단독군장, 기동군장, 완전군장, 의류대형군장으로 구분한다. 본 연구에서는 단독군장, 기동군장, 완전군장을 토대로 군장형태별 적정 휴대량을 산출한 것이다[9]. 2007년에서 2012년까지 논산 국군훈련소 입소장병 285,180명의 인체데이터를 토대로 체중의 백분율 분포값에 따라 휴대 중량을 군장형태별로 요약한 결과이다. 2012년까지 논산 국군훈련소 입소 장병 285,180명의 인체데이터를 토대로 체중의 백분율 분포값에 따라 휴대 중량을 군장형태별로 요약한 결과를 기반으로 산출한 것이다. 다음의 그림 2는 군장형태별 적

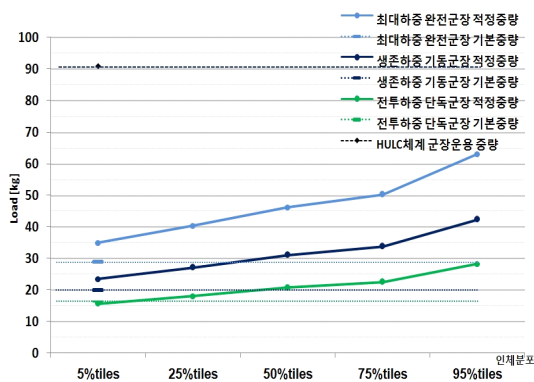


그림 2. 군장형태별 적정 휴대량 비교
Fig. 2. Comparison for operation carriage load for backpack types

정 휴대량을 산출하여 도식한 것이다.

그림 3은 인체능력을 고려한 적정 휴대량의 여유중량을 산출한 값이다. 전투하중의 경우, 5%tile의 병사에게는 -0.91kg이 초과하는 결과를 보였으나 그 이외의 34.17kg까지 여유가 발생하는 것으로 나타났다.

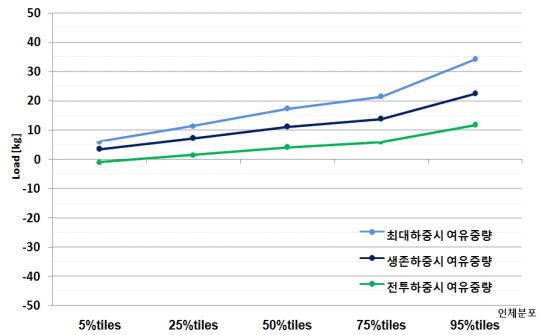


그림 3. 인체능력을 고려한 적정 휴대량의 여유중량
Fig. 3. Margins for carriage load based on human capacity

또한, 최근 DARPA에서 시험평가 중인 HULC(Human Universal Load Carrying)는 91kg까지 운용하며, BB2590의 미육군 표준배터리로 20km를 주파하는 것으로 보고되었다[10-12].

IV. 결 론

미국 Texas공대 Ayoub교수는 임무강도지수를 개발하여 활용하였으며, 캔사스주립대 Konz교수는 물자취급에 10가지 지침을 제안하기도 했다. Ayoub교수는 물자취급시각각의 연구방법으로 가이드라인을 제공하였다. 이러한 각각의 연구방법에는 상충되는 한계 포인트가 있어서 각각의 연구방법들을 상호 보정하는 연구가 필요한 것으로 판단된다. 본 연구에서는 휴대성과 이동성 간의 관계를 그림 4에 도식하였다. 단거리의 짧은 기동거리에서는 생체역학적 기준치를, 1-2시간의 중간인 이동에서는 인체심리학적 기준치를, 4시간 혹은 그 이상의 장거리에서는 생리학적인 기준치를 적용하여 각각의 가이드라인들을 상호 절충(Trade-off)하는 것이 필요한 것으로 판단된다.

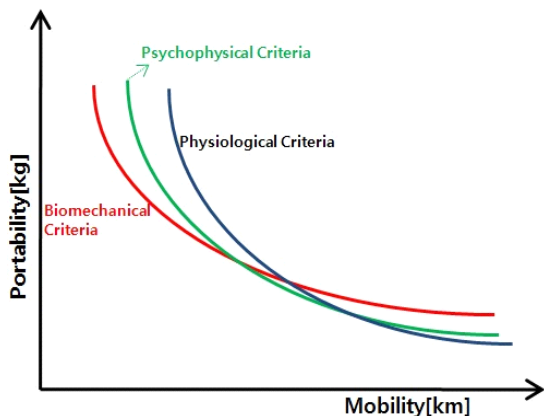


그림 4. 연구방법들의 가이드라인 비교
 Fig. 4 Comparison of Guideline for research approaches

본 연구에서는 휴대용 배낭 설계를 위하여 인체공학적인 물자취급 중량을 검토하였다. 제품 설계시 인체공학적 설계 가이드라인과 운용현황을 조사분석하여 효율적인 운용성능을 위한 기초자료를 제공하고자 한다. 기존의 설계 가이드라인을 분석한 결과, 병사의 인체사이즈 측면에서는 5%tile의 경우 -0.91kg으로 여유중량이 부족하지만, 95%tile에서는 34.17kg까지 여유중량이 발생하는 것으로 판단된다. 이러한 연구결과는 물자취급시 편하고, 효율적인 운용성능을 창출하기 위해서 휴대중량과 이동거리에 따라 최적 여유중량을 관리해야 할 것으로 판단된다. 또한, 본 연구에서는 병사의 물자취급시 4가지 연구를 다음과 같이 제안한다. 첫째, 무기체계 개발시 가능한 가벼운 구성품 개발 - 전체 x% 까지 중량을 감소시키도록 하는 기술전략. 둘째, 군인의 물자취급 계획과 매뉴얼 개발: 체계분석을 통하여 임무, 적, 지형, 군대, 시간에 따라 체계분석을 통해 운용성능을 조절하도록 하는 맞춤형 컴퓨터 프로그램. 셋째, 특성화된 물자취급 장비 개발(예: 커트, 게이터, 폴라리스와 같은 산악지형에서 운용 가능한 차량 개발). 넷째, 중량 물자취급에 물리적 능력을 향상하도록 병사의 상태를 훈련시키는 특수한 프로그램 개발이다.

참고문헌

[1] Dean CE., The Modern Warrior's Combat Load, Dismounted Operations in Afghanistan April-May 2003, Army Center for lessons learned, pp.1-19, March 2004.
 [2] Vogel JA, Crowdy JP. Aerobic fitness and body fat of young British males entering the Army

standard, Physiology, Vol.40, pp.73-83, Jan, 1978.
 [3] Friedl KE. Body composition and military performance, National Academy Press, April, 1992.
 [4] Vogel JA, Patton JF, Mello RP, Daniels WL. Analysis of aerobic capacity in a large United States Population, Journal of Applied Physiology, Vol.60, pp.494-500, June, 1986.
 [5] Sharp M, Knapik JJ, Walker LM, et al., Changes in physical fitness and body composition following 9 months deployment to Afghanistan. Medical Science Exercise, Vol.40, pp.1687-1692, Jan, 2008.
 [6] Vogel JA, Kirkpatrick JW, Fitzgerald PI, Hodgdon JA, Harman EA. Derivation of Anthropometry Based Body Fat Equations for the Army's Weight Control Program. Natick, MA: US Army Research Institute of Environmental Medicine, Technical Report pp.17-88, March, 1988.
 [7] Lohman TG. Dual energy X-ray absorptiometry: in "Human Body Composition", Champaign, IL: Human Kinetics, Dec, 1996.
 [8] Sampson J. Technology Demonstration for Light the Soldier's Load. Natick MA, US Army Natick Research and Development Laboratory, Technical Report TR-88/027L, pp.1-34, June, 1988.
 [9] US Department of the Army, Foot Marches, Washington DC, Field Manual 21-18, Jan, 1999.
 [10] Daniel Wasserbly, Jane's International Defense Review 2013, 24 May 2013.
 [11] SungHak Chung, HoyRyong Park, "A Study of Integrated Press System Implementation for Traffic Information", The Korea Society of Computer and Information Vol.14, No.9, pp.147-156, Sept. 2009.
 [12] SungHak Chung, "Development of Eco driving Simulator Module for Economical Driving", The Korea Society of Computer and Information Vol.14, No.7, pp.151-160, Sept. 2009.

저 자 소 개



정 성 학(Sung-Hak Chung)

1995 : 동국대학교

안전공학과 공학사

1997 : 경기대학교 대학원

산업공학과 공학석사

2002 : 경희대학교 대학원

산업공학과 공학박사

2003 : 한국철도기술연구원 연구원

2004 : Univ. of Central Florida

IST 연구원

2007 : 한국건설기술연구원

첨단교통연구실 선임연구원

2011년~현재 : 국방과학연구소

현공체계개발단 선임연구원

관심분야 : 지능형교통체계, 체계공학,

인간공학

E-mail : shc4488@gmail.com