

# 행동기반 안전관리(Behavior Based Safety: BBS) 프로그램이 버스 기사 및 승객의 안전행동에 미치는 효과 검증: 현장 사례 연구

노가은 · 오세진 · 문광수<sup>†</sup>

중앙대학교 심리학과

(2017. 9. 7. 접수 / 2017. 11. 10. 수정 / 2017. 12. 19. 채택)

## The Effect of Behavior Based Safety Program on Safe Behaviors of Bus Drivers and Passengers: A Field Case Study

Kaeun Noh · Shezeen Oah · Kwangsu Moon<sup>†</sup>

Department of Psychology, Chung-Ang University

(Received September 7, 2017 / Revised November 10, 2017 / Accepted December 19, 2017)

**Abstract :** This study examined the effect of Behavior Based Safety(BBS) program on safe behaviors of bus drivers and passengers. Four male bus drivers working at a H transportation company situated in Seoul participated in this study. BBS program consisted of education, prompts, and self-monitoring with goal setting. Dependent variables were the percentage of two safe driving behaviors of bus drivers (departure after stopping for 3 seconds, announcement for holding bus handles) and the percentage of one safe behavior of passengers getting on the busses those drivers drove (holding bus handles). A primary observer and two trained assistant observers measured two safe behaviors of the bus drivers with behavior checklists by riding on the busses and the passengers' safe behavior was observed by CCTV installed on each bus. An ABC multiple baseline design across participants was adopted. After baseline(A), education and prompts(B) and self-monitoring with goal setting(C) were introduced sequentially to each participant. The results showed that BBS program was effective to increase both bus drivers' and passengers' safe behaviors. Especially self-monitoring with goal setting was more effective in improving safe behaviors of bus drivers than education/prompts. These results suggest that education/prompts and self-monitoring with goal setting would be an alternative treatment technique to improve safety for lone workers such as bus drivers.

**Key Words :** behavior based safety, BBS, education, prompts, self-monitoring, goal setting, transportation safety

### 1. 서론

최근 국내 시내버스 교통사고 발생 비율은 증가 추세를 보이고 있다. 도로교통공단의 조사에 따르면 지난 5년간 발생한 시내버스 교통사고 건수는 연평균 1.9%씩 증가했으며, 사망자 및 부상자 수도 각각 전년 대비 0.9%, 1.2%씩 증가하였다<sup>1)</sup>. 특히, 최근 4년간 발생한 서울시 시내버스 교통사고 건수 중 차내 안전사고가 차지하는 비율은 평균 63%인 것으로 나타났다<sup>2)</sup>. 이러한 차내 안전사고 발생과 관련된 주요 원인은 크게 인적, 차량, 환경요인으로 구분할 수 있다<sup>3,4)</sup>. 이중 인적요인에 대한 중요성이 부각되고 있다. 구체적으로, 안종복<sup>5)</sup>은 차내 안전사고 원인 분석 결과, 인적요인 중에서도 급출발, 급제동, 조기폐문, 개문발차 등

을 포함하는 운전자의 불안전 행동(68.8%), 그리고 운행 중 이동, 손잡이 미사용 등을 포함하는 승객의 불안전 행동(22.7%)이 약 90%를 차지한다고 하였다. 또한, 현진우<sup>4)</sup> 역시 텍스트 마이닝을 통한 차내 안전사고 원인 분석 결과, 운전자의 불안전 행동(83%), 그리고 승객의 행동(13.6%)이 차내 안전사고 발생의 95% 이상을 차지한다고 보고하였다. 김민준 등<sup>6)</sup>은 시내버스 주행 기록을 바탕으로 운전자들의 위험행동을 분석하였고 그 결과 사고 경험자의 급감속 및 급진로 변경 빈도가 사고 무경험자보다 더 높음을 확인하였다.

이러한 차내 안전사고 예방을 위해 정부, 기업, 그리고 학문적 차원에서 다양한 방법들이 시도되고 있다. 국내의 대표적인 방법들로 차량 시설 및 안전장치 개선을 시도하는 공학적 접근법, 도로 정비 및 단속/징계

<sup>†</sup> Corresponding Author : Kwangsu Moon, Tel : +82-2-820-6924, E-mail : ksmoon@cau.ac.kr  
Department of Psychology, Chung-Ang University, 84 Heukseok-ro, Dongjak-gu, Seoul 06974, Korea

강화와 같은 정책적 접근법, 안전운전 습관 및 의식변화를 위한 교육적 접근법 등이 시도되고 있다<sup>5,7)</sup>. 예를 들어, 박원일<sup>7)</sup>은 버스 교통사고 원인 및 특성 분석 후, 설문조사를 통해 사고 예방을 위해 탄력적 배차 간격 조정, 안전 교육 및 인센티브 확대, 도로정비와 같은 개선책을 제안하였다. 물론 이러한 연구들도 사고 예방에 시사점을 제공하지만, 차내 안전사고 발생의 주요 원인이 되는 불안전 행동을 안전 행동으로 변화시키는 행동 변화에 초점을 맞춘 접근법도 필요한 실정이다. 안전행동 변화와 관련된 대표적인 접근법은 행동 기반 안전관리(BBS) 프로그램이다. BBS는 응용 행동 분석(applied behavior analysis)의 원리를 기반으로 안전사고의 주요 원인이 되는 안전/불안전 행동의 직접적인 통제에 초점을 맞추고 있다<sup>8)</sup>. 구체적으로, 응용 행동 분석은 안전/불안전 행동이 발생하는 상황, 혹은 행동 전에 제시되는 선행자극(antecedents)이나 행동 후에 주어지는 결과(consequence)를 조작함으로써 행동을 원하는 방향으로 유도할 수 있다<sup>9,10)</sup>.

일반적으로 BBS 기법은 다음과 같은 4단계의 절차를 거쳐 적용될 수 있다<sup>8)</sup>. (a) 근로자들의 안전행동을 측정하기 위한 핵심 행동 체크리스트(critical behavior checklist) 개발; (b) 근로자의 행동 관찰(예. 동료, 연구자, 관리자 혹은 자기 관찰)을 위한 방안 모색 및 관찰과 기록; (c) 관찰 자료를 바탕으로 행동 변화에 적합한 처치 개발 (d) 처치 효과 검증 및 보완 방법 모색.

운수업 분야에서는 행동 관찰 방법 중 자기 관찰을 하는 셀프-모니터링(self-monitoring)이 많이 사용되어 왔다. 셀프-모니터링은 ‘개인이 목표 행동 발생에 대해 스스로 기록하는 절차’로 정의할 수 있으며<sup>11)</sup>, 셀프-모니터링을 통해 개인은 자신의 목표 행동에 대한 관찰 및 기록, 그리고 피드백을 받을 수 있다. 셀프-모니터링은 특히 동료 및 관리자로부터 분리되어 혼자서 일하는 업종(e.g., 서비스업, 운수업)에서 효과적인 수행 관리 기법이 될 수 있다<sup>12)</sup>. 운수업 근로자의 경우에도 타인과의 사회적 상호작용(e.g., 모델링, 감독, 강화 등)을 통해 특정 행동을 조형하거나 유지하기 어려운 상황에 있기 때문에<sup>12)</sup> 자신의 행동을 스스로 관찰 및 기록하는 셀프-모니터링은 효과적인 안전관리 기법이 될 수 있다.

셀프-모니터링은 다양한 직무 수행 장면에서 적용되어 왔고 수행변화에 효과적인 처치로 입증되었다<sup>13-18)</sup>. 기존의 운수업 분야에서 진행된 행동 변화 관련 연구들을 살펴보면 셀프모니터링을 포함한 BBS 기법은 운수업 근로자의 안전 관련 수행을 향상시킨 것으로 나타났다<sup>13-15)</sup>. 구체적으로, Krause<sup>14)</sup>은 버스 운전기사의 안

전운전 행동 향상을 위해 셀프-모니터링과 피드백을 함께 적용하였다. 처치 도입 전, 참가자들은 주요 안전 행동들에 관한 행동 체크리스트를 참여적으로 구성하였으며, 이후 처치 단계에서 행동 체크리스트 항목에 대한 셀프-모니터링을 하였다. 추가로, 참가자들은 피드백을 받았다. 연구 결과, 회사의 교통사고 및 부상은 약 66% 감소한 것으로 보고되었다. 그리고 Hickman과 Geller<sup>15)</sup>는 근거리 수송업자의 안전운전 행동을 향상시키기 위해 셀프-모니터링과 함께 목표설정, 그리고 피드백을 적용하였다. 연구 결과, 불안전 행동인 과속 그리고 급정지 행동이 효과적으로 감소한 것으로 확인되었다. Olson과 Austin<sup>13)</sup>은 버스 운전자들의 안전운전 행동 향상을 위해 셀프-모니터링, 그리고 피드백을 적용하였다. 처치 적용 후, 참가자들의 4가지 안전운전 행동들은 평균 약 12% 향상된 것으로 나타났다.

운수업 분야는 아니지만, 이계훈 등<sup>9)</sup>의 연구에서도 승용차 운전자들을 대상으로 에코 드라이빙 증가를 위해 목표설정, 셀프 모니터링, 보상을 적용하였다. 연구 결과 처치 적용 후 과속비율은 감소하고 신호 대기 시 기어 중립 비율은 증가한 것으로 나타났다.

하지만 국내 연구의 경우 운송업에서 사고 예방을 위한 행동 변화 처치를 적용하여 그 효과를 검증한 현장연구는 매우 부족한 실정이다. 또한, 기존의 연구에서는 운전기사의 행동 변화에만 초점을 맞추었다. 물론 차내 안전사고에 있어서 운전기사의 행동이 발생 원인의 높은 비율을 차지하지만, 승객 행동 역시 중요하다. 예를 들어 운전기사가 급정거를 하더라도 승객이 손잡이를 잡고 있다면 사고 발생 가능성은 감소할 수 있다. 따라서 버스와 같이 많은 사람이 이용하는 교통수단의 경우에는 운전기사의 행동뿐만 아니라 승객의 안전행동도 증진시킬 수 있는 처치 역시 필요하다.

이에 본 연구의 목적은 BBS 프로그램이 참가자인 운전기사의 안전행동, 그리고 참가자의 버스에 탑승하는 일반 승객의 안전행동에 미치는 효과를 검증하는 것이었다. 구체적으로 차내 안전사고 예방을 위한 운전자의 안전행동과 승객 안전행동 증진을 위해 교육 및 프롬프트, 목표설정과 셀프-모니터링을 적용하고 효과를 검증하였다. 추가로 본 연구에서 실행한 BBS 프로그램에 대한 만족도 및 사고 관련 자료에 대해서도 주관적 보고를 통해 조사하였다.

## 2. 방법

### 2.1. 참가자 및 상황

본 연구는 서울시 H 운수회사에서 이루어졌으며, 회

사는 총 3개의 마을버스 노선을 운행하고 있었다. 현장에는 총 2명의 관리자가 근무하였으며 일일 평균 근로자의 수는 약 35명이었다. 본 연구의 참가자는 한 노선을 고정적으로 운행하는 4명의 남성 버스 운전기사들이었다. 참가자들의 평균 연령은 43.2세( $SD=8.26$ )이며, 평균 운행 경력은 34개월( $SD=18.97$ )이었다. 참가자 중 승객은 관찰이 실시될 차량에 기존에 탑승하고 있던 그리고 새로 탑승하는 승객으로 정의하였다.

## 2.2. 측정 및 측정도구

### 2.2.1. 행동체크리스트 개발

본 연구에서는 운전자 및 승객의 안전행동에 대한 관찰 및 측정을 위해 행동 체크리스트(behavior checklist)를 개발하였다. 행동 체크리스트는 Sulzer-Azaroff와 Fellner<sup>19)</sup>가 제안한 행동 체크리스트 개발 6단계를 참고하여 작성되었다; 1단계: 사고 기록 분석, 2단계: 인터뷰 시행, 3단계: 안전 감사(safety audits) 실시, 4단계: 위험성에 따른 우선순위 정하기, 5단계: 항목의 조작적 정의, 6단계: 관찰 체계의 확립.

본 연구에서는 (a) 운수업 근로자의 운전 행동을 연구한 국내외 선행연구 조사, (b) 본 회사의 안전매뉴얼 및 차내 안전사고 자료 조사, 참가자 및 책임 관리자와의 인터뷰, (c) 추출된 행동들에 대한 사전 관찰 시행, (d) 사고 예방을 위한 핵심 행동 추출, (e) 행동에 대한 정의 (f) 셀프모니터링 및 관찰 체계 확립 순으로 체크리스트가 개발되었다.

구체적으로 실험 전 행동 체크리스트 개발을 위해, 회사 관리자 및 기사들을 대상으로 ‘회사 사고 유형 Best 3’와 이러한 사고와 관련된 주요 안전/불안전 행동을 조사하였다. 그 결과 사고 유형 중 ‘차내 안전사고’가 가장 빈번하게 발생하는 유형이었으며 정차 후 출발 전 행동과 운전 행동에 변화가 필요한 것으로 판단되었고, 이는 기존 국내외의 선행 연구와 일치하는 결과였다. 최초 행동으로는 1) 3초 정지 후 출발, 2) 폐문 후 출발, 3) 사이드미러 점검 후 출발, 4) 안전한 차선 변경, 5) 오르막/내리막에서 저속 기어 사용, 6) 손잡이 사용 안내, 7) 이동 저지 안내가 도출되었다. 그러나, 3), 4), 5)번 행동은 정확한 관찰이 어렵고 1), 2)번 행동 간의 관련성은 상당히 높은 것으로 판단되어 1)번 행동을 운전자의 최종 안전운전 행동으로 결정하였다. 안내 행동의 경우, 7)번 행동은 주행 중 이뤄지기 때문에 안전운전을 방해할 위험이 있다는 의견이 있어 6)번 행동이 운전자의 안내 행동으로 최종 결정되었다. 이외에 7)번 행동은 승객 안전을 위해 중요하다고 판단되어 프롬프트 문구에 포함하였다.

Critical Behavior Checklist			
Name: _____		Date and time: _____	
Number of bus: _____		Section: _____	
Safe behaviors of Drivers	N/Y ①	N/Y ②	Percentage
1. Announcement for holding bus handles	① Standing Passenger: (# of )	② Announcing: (# of )	( %)
2. Departure after stopping for 3 sec.	① Boarding Passenger: (# of )	② Departure after 3 sec.: (# of )	( %)
Safe behavior of Passengers	N/Y ①	N/Y ②	Percentage
1. Holding handles	① Standing Passenger: (# of )	② Holding handles: (# of )	( %)

Fig. 1. Behavior checklist used in this study.

### 2.2.2. 측정

최종 체크리스트 개발 후 연구자와 훈련된 두 명의 관찰자는 운전자가 운행하는 버스에 탑승하여 운전자의 안전 관련 행동들에 대한 관찰을 하였다. 관찰자는 승객처럼 탑승하였으며 관찰의 편이성을 위해 맨 뒷좌석에 앉아서 관찰하였다. 관찰자들은 행동 체크리스트 각 항목의 관찰 기준에 따라 각 행동의 발생 여부를 기입 하였다. 매일 운전자의 교대 근무 형태(오전/오후반)와 배차 시간을 고려하여 1일 1회, 기점~중점, 혹은 중점~기점 방향으로 평균 15정거장을 관찰하였고, 관찰시간은 참가자들의 운행 시간 중 매일 무작위로(randomly) 선택되었다. 승객 행동의 경우 참가자가 운행하는 버스의 차내 CCTV 자료를 이용하여 관찰이 진행되었다.

## 2.3. 실험설계

### 2.3.1. 종속변인

#### 2.3.1.1. 버스 운전기사의 안전행동

운전기사의 안전행동은 정류장 정차 후 출발 전 준수해야 할 행동과 손잡이 안내 행동이었다. 구체적으로 1) 정류장에서 마지막 승객 탑승 후 3초 후 출발과 2) 입석 승객이 있을 경우 출발 전에 손잡이를 잡아달라고 말하는 행동이었다. 첫 번째 종속변인인 3초 정지 후 출발 비율은 정류장 정차 시 마지막 탑승 승객의 카드 태그 시점으로부터 3초 기다린 후 출발한 비율로 정의되었다. 3초 정지 후 출발 비율은 다음의 공식을 이용하여 계산되었다: (총 3초 정지 후 출발 횟수 / 정류장에서 승객이 승차한 총 횟수) × 100. 또 다른 종속변인인 손잡이 사용 안내 비율은 운전기사가 정류장 정차 후 출발 전 새로운 입석 승객이 발생한 경우 손잡이 사용을 안내한 비율로 정의되었다. 손잡이 사용 안내 비율은 다음의 공식에 따라 측정되었다: (손잡이 사용 안내 총 횟수 / 새로운 입석 승객 발생 총 횟수) × 100.

#### 2.3.1.2 승객의 안전행동

본 연구의 또 다른 종속변인은 차내 승객의 안전행

동으로 손잡이 사용 비율이 측정되었다. 손잡이 사용 비율은 정류장 정차 후 출발 전 차내 입석 승객이 손잡이를 사용한 비율로 정의되었다. 관찰자는 버스의 운전석 위쪽에 설치되어 내부 전체가 촬영되는 CCTV 영상 관찰을 통해 행동 비율을 계산하였다. 구체적으로 일주일에 두 번 관찰자는 각 참가자의 이름, 운행 버스 번호, 안전행동 측정 시간을 참고하여 녹화된 영상에서 해당 부분을 찾아 승객의 안전행동을 관찰하였다. 관찰은 실험 단계별로 각 참가자의 안전행동 관찰이 진행된 전체 회기 중 평균 81.4%(범위: 63.2%~100%)의 회기 자료가 측정되었다. 손잡이 사용 비율은 다음의 공식을 이용하여 계산되었다: (총 손잡이 사용 횟수/총 입석 승객 발생 횟수) × 100.

### 2.3.2. 실험설계 및 독립변인

본 연구의 독립변인은 운전기사와 승객의 안전행동을 증가시키기 위한 행동기반 안전관리 기법(BBS)이었다. 구체적으로, 처치는 교육 및 프롬프트와 목표설정을 포함한 셀프-모니터링의 두 가지 단계로 진행되었다. 또한 본 연구에서는 처치의 효과성을 검증하기 위하여 참가자 별로 ABC 중다 기저선 설계(ABC multiple baseline design)를 적용하였다. A단계는 기저선 단계였고, B단계는 프롬프트 및 교육, C단계는 목표설정과 셀프-모니터링이 추가된 단계였다.

## 2.4. 실험절차

전체연구는 약 3개월에 걸쳐 진행되었다. 구체적인 단계별 측정 절차는 아래에 제시되어 있고 수집된 자료는 Fig. 3, 4, 그리고 5에 제시하였다.

### 2.4.1. 기저선 단계

기저선 단계(A)는 처치 이전 운전기사 및 승객의 사전 행동 수준을 측정하기 위하여 시행되었다. 참가자는 측정 행동 및 처치와 관련하여 어떠한 정보도 받지 못했다. 기저선 측정은 12회기 동안 이루어졌다.

### 2.4.2. 교육 및 프롬프트 단계

기저선 측정 후, 연구자는 전체 운전기사들과 회사 관리자들을 대상으로 본 BBS 프로그램에서 차내 사고 예방에 중요한 것으로 결정된 핵심 안전운전 행동에 대해 1회 교육을 하였다. 교육은 본 BBS 프로그램의 목적과 과정, 버스 운전기사의 안전운전 행동의 중요성 및 관련된 유사 연구 소개 그리고 두 가지 행동이 결정된 과정, 향후 적용될 처치에 대한 설명, 그리고 질의응답으로 구성되었다.

## Suggestions for passenger safety in bus

### 1. After boarding, hold the handle

### 2. Don't move while driving

Fig. 2. Message prompts used in this study.

교육 종료 후, 운전자들은 승객 안전 행동을 제안하는 프롬프트 문구 선정에 참여하였으며 적극적으로 의견을 제시하였다. 이후, 모든 운전자의 주요 운행 차량에 입석 승객 눈높이에 맞도록 위쪽 창문에 4장, 승객의 좌석 옆 벽면에 14장으로 총 18장의 프롬프트가 부착되었다. 교육 및 프롬프트 단계의 경우 평균 14.75회기(범위: 8-22회기) 진행되었다.

### 2.4.3. 목표설정을 포함한 셀프-모니터링 단계

교육 및 프롬프트 단계 후, 셀프-모니터링 단계가 시행되었다. 셀프-모니터링 시행 전, 운전자들은 두 가지 목표 행동에 대한 목표를 개별적으로 설정하였다. 목표 설정을 위해서 연구자는 각 운전자에게 기저선 관찰 자료를 알려주었으며, 이를 바탕으로 운전자들은 참여적으로 행동 목표를 설정하였다. 그 후, 운전자들은 두 행동에 대하여 매일 셀프-모니터링을 하였다. 셀프-모니터링은 각 참가자가 1회 운행 종료 시 운행 중 두 행동의 준수 빈도를 해당 양식에 기록하는 방식으로 이뤄졌다. 셀프-모니터링 단계는 평균 13회기(범위: 6-20회기) 시행되었다.

### 2.4.4. 관찰자 간 신뢰도

관찰 자료의 신뢰도를 파악하기 위해 관찰자 간 신뢰도(IOA: Inter Observer Agreement)가 계산되었다. 전체 관찰 회기의 약 30% 동안 두 명의 독립된 관찰자가 같은 운전자를 대상으로 관찰을 시행하였다. 관찰자들은 관찰 도중 어떠한 토의도 하지 않았으며, 독립적으로 관찰을 수행하였다. 운전자 행동의 관찰자 간 신뢰도는 다음의 공식을 이용하여 계산되었다: 신뢰도(%) = [총 일치 빈도 / (총 일치 빈도 + 총 불일치 빈도) × 100]. 관찰자 간 신뢰도 분석 결과, 3초 정지 후 출발 비율에 대한 관찰자 간 신뢰도는 평균 95.85%(SD=3.27)였고 손잡이 사용 안내 비율에 관한 관찰자 간 신뢰도는 평균 98.58%(SD=.08)이었다.

## 3. 연구 결과

### 3.1. 버스 운전기사의 안전행동

Fig. 3에는 전체 실험회기 동안 각 운전자의 3초 정지

후 출발 행동 비율에 대한 각 실험 단계별 평균과 표준편차가 제시되어 있다. 기저선 단계 동안 3초 후 출발 비율의 평균은 참가자 1, 2, 3, 4 각각 58.95( $SD=25.43$ ), 51.66( $SD=17.63$ ), 64.46( $SD=13.59$ ), 53.76( $SD=13.40$ )으로 나타났다. 교육 및 프롬프트 단계 동안 3초 정지 후 출발 비율은 참가자 별로 73.39( $SD=28.43$ ), 80.61( $SD=19.52$ ), 71.08( $SD=15.95$ ), 76.06( $SD=23.06$ )이었다. 목표설정과 셀프-모니터링 단계에서는 각각 99.07( $SD=2.73$ ), 100( $SD=.00$ ), 97.15( $SD=4.84$ ), 98.62( $SD=3.39$ )였다. 참가자별로 각각 기저선보다 40.12%, 48.34%, 32.69%, 44.86% 증가하였고 전체 평균은 41.5% 증가하였다.

Fig. 4에는 손잡이 사용 안내 비율에 관한 각 운전자의 실험단계에 따른 회기별 및 각 실험 단계별 평균과 표준편차가 제시되어 있다. 기저선 단계 동안 손잡이 사용 안내 비율의 평균은 참가자 별로 각각 10.92( $SD=17.11$ ), 0( $SD=.00$ ), 1.52( $SD=5.04$ ), 0( $SD=.00$ )이었다. 교육 및 프롬프트 단계 동안 안내 행동 비율은 참가자 각각 46.43( $SD=35.49$ ), 3.46( $SD=7.02$ ), 4.32( $SD=8.74$ ), 3.63( $SD=8.20$ )이었다. 목표설정과 셀프-모니터링 단계에서는 각각 66.54( $SD=23.50$ ), 24.61( $SD=10.66$ ), 14.62( $SD=18.47$ ), 21.39( $SD=11.32$ )였다. 참가자별로 기저선보다 55.62%,

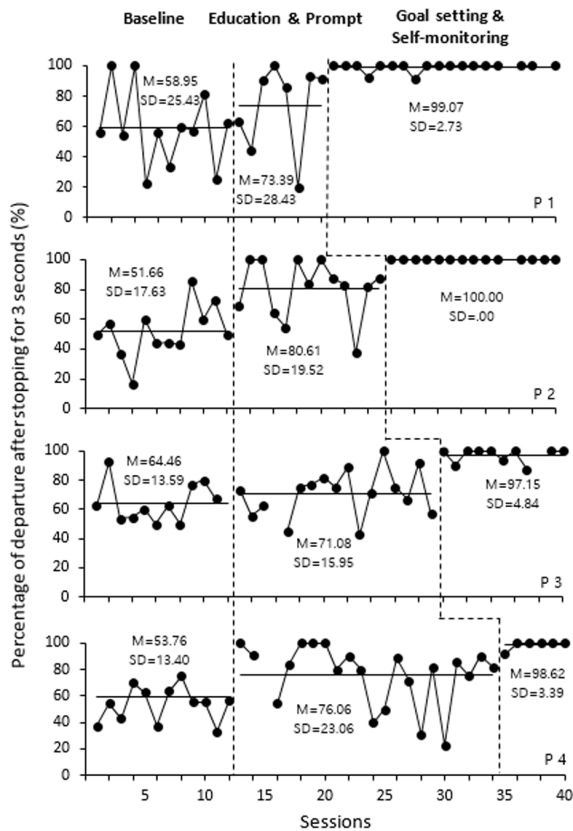


Fig. 3. Percentage of departure after stopping for 3 seconds across experimental phases.

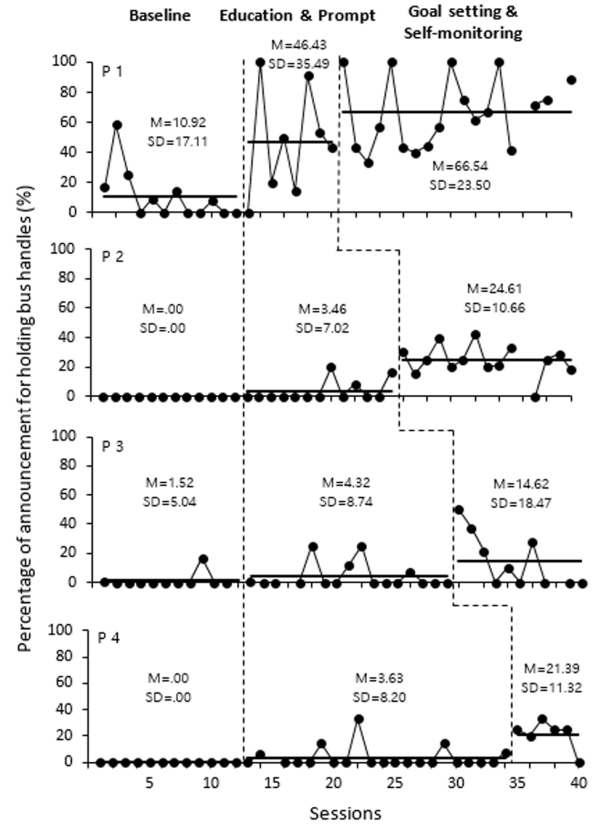


Fig. 4. Percentage of announcement for holding bus handles across experimental phases.

24.61%, 13.10%, 21.39% 향상하였고, 전체적으로 평균 28.68% 증가하였다. 실험단계에 따른 운전기사의 안전 행동 비율에 유의미한 차이가 있는지 검증하기 위해 반복측정 변량 분석을 실시하였다.

Table 1. Results of repeated measure ANOVA for safety behaviors of bus drivers and passengers

Behaviors	Sources	df	MS	F	p	Eta <sup>2</sup>
Departure after stopping for 3 seconds	Experimental conditions	2	20202.95	71.96	.000	.50
	Error	147	280.74			
	Participants	3	10.77	.04	.990	.00
	Error	147	280.74			
Announcement for holding bus handles	Experimental conditions	2	11209.44	43.91	.000	.37
	Error	147	255.31			
	Participants	3	10077.71	39.47	.000	.45
	Error	147	255.31			
Holding bus handles	Experimental phases	2	1721.09	6.92	.002	.14
	Error	87	248.69			
	Participants	3	213.79	.86	.465	.03
	Error	87	248.69			

Table 2. Results of post-hoc analysis between experimental phases

Behaviors	Comparisons	MD	SE	p
Departure after stopping for 3seconds	A vs. B	18.28*	3.29	.000
	B vs. C	23.55*	3.27	.000
	C vs. A	41.83*	3.44	.000
Announcement for holding bus handles	A vs. B	6.54	3.14	.117
	B vs. C	28.16*	3.12	.000
	C vs. A	34.71*	3.28	.000
Holding bus handles	A vs. B	10.66*	3.64	.017
	B vs. C	8.00	4.53	.216
	C vs. A	18.66*	4.68	.001

Note) A: Baseline, B: Education & Prompts, C: Self-monitoring with Goal Setting

분석 결과 실험 단계에 따라 3초 정지 후 출발 비율 ( $F(2,147)=71.96, p<.01$ )과 손잡이 사용 안내 비율에서 유의미한 차이가 있었다( $F(2,147)=43.91, p<.01$ ).  $\eta^2$  값은 각각 .50, .37로 BBS 처치 기법의 효과 크기가 큰 것으로 나타났다(Table 1 참조).

추가로 실험단계 간의 구체적인 차이를 알아보기 위해 사후검증(Scheffe 방식)을 실시하였다. 기저선 단계(A)와 교육 및 프롬프트 단계(B), 교육 및 프롬프트 단계(B)와 목표설정과 셀프-모니터링 단계(C), 그리고 목표설정과 셀프-모니터링 단계(C)와 기저선 단계(A)에서 모두 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

반면 손잡이 사용 안내비율의 경우 기저선 단계(A)와 교육 및 프롬프트 단계(B) 간에는 유의미한 차이가 없었고 나머지 단계 간에는 모두 유의미한 차이가 있었다(Table 2 참조).

### 3.2. 승객 안전행동

또 다른 종속변인으로 각 운전자가 운행하는 버스 차내 승객의 손잡이 사용 비율을 측정하였다. 차량에 부착한 프롬프트와 기사의 손잡이 사용 안내 행동이 승객 행동에 어떤 영향을 미쳤는지 파악하였다. Fig. 5에 실험 단계에 따른 손잡이 사용 비율이 제시되어있다. 기저선 단계에서는 참가자별로 7회~10회, 평균 8.5회 CCTV 녹화 자료를 분석하였고, 교육과 프롬프트 단계에서는 8~13회, 평균 10.5회, 목표설정과 셀프-모니터링 단계에서는 2~9회로 평균 5.7회의 자료를 분석했다.

분석 결과 기저선 단계에서 승객 손잡이 사용 비율은 77.22%였고, 교육과 프롬프트 단계에서 87.89%, 목표설정과 셀프-모니터링 단계에서는 95.89%로 나타났다.

실험 단계 간 손잡이 사용 비율에 유의미한 차이가

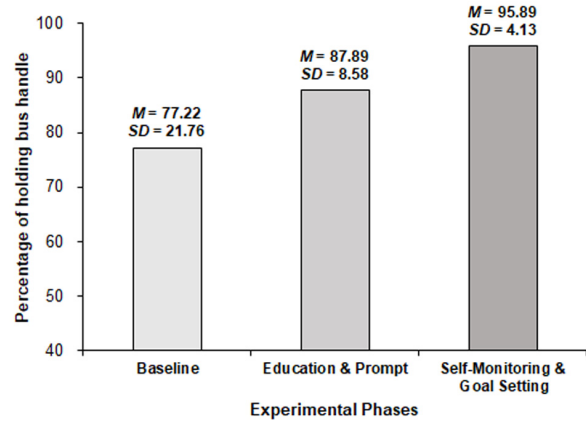


Fig. 5. Means and standard deviations of percentage of holding bus handles across experimental phases.

있는지 검증하기 위해 반복 측정 변량 분석을 하였다. 분석 결과(Table 1 참조) 실험 단계에 따른 손잡이 사용 비율은 통계적으로 유의미한 차이가 있었고( $F(2,87)=6.92, p<.01$ )  $\eta^2$ 는 .14였다.

사후 분석 결과 손잡이 사용 비율의 경우 기저선 단계(A)와 교육 및 프롬프트 단계(B) 간, 기저선 단계(A)와 목표설정을 포함한 셀프-모니터링 단계(C) 간에서 유의미한 차이가 있었다. 하지만 (B)와 (C) 간에는 유의미한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 2 참조).

### 3.3. 프로그램 만족도 및 사고 빈도

실험이 종료된 이후 사후 설문을 통해 본 연구에서 실행한 BBS 프로그램에 대한 참가자들의 전체적인 만족도를 5점 리커트 척도(매우 불만족~매우 만족)로 측정하였다. 운전자들의 만족도 평균은 4.75( $SD=.50$ )로 높은 것으로 나타났다. 실험 종료 후 인터뷰에서 참가자 1은 “셀프-모니터링은 운전기사와 같이 혼자 일하는 근로자를 위한 효과적인 안전 관리 기법인 것 같다. 특히, 일회성 교육만으로는 행동을 변화시키기는 어려웠지만, 셀프-모니터링은 지속적으로 자신의 행동 수준을 점검하게 하여 행동 변화에 효과적이라는 생각이 든다.”라고 하였다.

이 외에 참가자들의 사고 기록에 관한 자기 보고도 시행되었다. 이에 따르면, 작년 동일한 3개월간 발생한 사고 빈도 평균은 월 0.5( $SD=.60$ )이었으며 발생한 사고 유형은 차량 접촉사고와 승객 전도 사고로 확인되었다. 한편, 연구 진행 동안에는 사고가 발생하지 않았다.

## 4. 논의

본 연구의 목적은 BBS 프로그램이 버스 운전기사

및 승객의 안전행동에 미치는 영향을 검증하는 것이었다. 연구 결과 BBS 적용 후 운전자의 안전 행동(i.e. 3초 정지 후 출발 행동, 손잡이 사용 안내 행동)이 유의미하게 증가한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 기존의 운수업 현장에서 BBS의 효과를 검증한 연구결과들과 일치한다<sup>13,14,15</sup>).

특히 유사한 행동을 측정했던 선행 연구보다 본 연구의 행동 변화 수준이 더 큰 것으로 나타났다. 구체적으로, Olson과 Austin<sup>13</sup>) 연구에서는 BBS 적용 후 2초 정지 후 출발 비율은 평균 11.8% 증가한 것으로 나타났다. 한편, 본 연구에서 3초 정지 후 출발 비율은 기저선보다 평균 41.45% 증가하였다.

이렇게 더 큰 행동 변화를 보일 수 있었던 이유로 운전기사의 프로그램에 대한 참여도를 들 수 있다. Olson과 Austin 역시 목표 행동 증가율이 높지 않았던 이유로 참가자들의 낮은 참여 수준을 지적하였다. 구체적으로, 참가자들은 목표 행동 선정 및 적절한 처치 기법의 계획에 대한 참여가 없었다고 하였다. 그러나, 본 연구의 경우 참가자들은 처치 적용 전(목표 행동 선정, 행동체크리스트 구성)부터 처치 적용 이후(BBS의 필요성과 절차에 대한 교육 참여, 자신의 운행 버스에 프롬프트 부착, 참여적 목표설정 및 셀프-모니터링 실행)까지 실험 과정 동안 BBS 프로그램에 적극적으로 참여하였다. BBS 프로그램의 성공에 경영진과 관리자의 몰입, 안전 리더십이 중요한 만큼, 본 연구에서는 관리자가 본 프로그램의 취지와 목적에 공감하고, 함께 프로그램을 진행하고, 참가자들을 추천하고 지원해 주었다. 그리고, 프로그램의 적용 기간이 Olson과 Austin의 연구는 약 2주였지만 본 연구는 3개월로 더 장시간 적용되었다는 점에서도 차이가 있었다. 따라서 추후 운수업에 BBS를 적용할 때 이러한 점을 고려한다면 더 효과적인 프로그램의 개발 및 적용이 가능할 것이다.

이 외에 본 연구에서는 기사뿐 아니라 승객의 안전 행동 역시 종속 변인으로 고려하였다. 승객의 손잡이 사용 행동은 차내 안전사고를 예방할 수 있는 핵심 행동으로 파악되었지만<sup>4,5</sup>), 실증연구에서는 고려되지 않았다. 본 연구에서 승객의 손잡이 사용 비율은 마지막 처치 단계에서 기저선보다 약 20% 상승한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 차내 승객 안전 행동을 제한하는 내용의 프롬프트에 의한 효과와 운전기사의 안내 행동 및 안전운전 행동의 효과에 기인했을 수 있다. 구체적으로, 3초 후 출발 행동과 손잡이 사용 안내 행동은 승객의 손잡이 사용 증가에 영향을 미쳤을 수 있다. 결과적으로, BBS 프로그램을 적용받은 운전기사의 안전행

동 향상이 일반 승객의 안전행동, 그리고 안전사고 감소에도 영향을 미칠 수 있다는 점을 확인할 수 있었다.

한 가지 흥미로운 점은 손잡이 안내 행동의 경우에는 교육의 효과가 크지 않았다는 점이다. 운수업 분야는 아니지만, Richman 등<sup>20</sup>)의 연구에서 목표 행동에 대한 전체 증가율은 교육 단계에서 평균 2%, 셀프-모니터링 동안 평균 37.8%, 마지막 피드백이 추가로 주어진 단계에서는 16.5% 증가한 것으로 나타나 교육의 효과가 미미하였다. 하지만 추가로 고려해야 할 사항은 교육 이전에 관련 행동의 발생 수준에 따라 교육의 효과가 달라질 수 있다는 것이다. 본 연구에서는 참가자 1의 경우 교육 이후 손잡이 안내 행동이 35%가량 증가했지만, 나머지 3명은 교육 후 3% 정도만 증가하였다. 하지만 목표설정과 셀프모니터링을 도입했을 때에는 모든 참가자에게서 행동이 향상되었다. 참가자 1번은 기저선 단계에서 가끔은 승객에게 손잡이 안내 행동을 하고 있었지만, 나머지 참가자들은 하지 않았다. 즉 처치 전에 하지 않았던 행동을 하기 위해서는 더 많은 반응 노력(response effort)이 필요하다. 따라서 처치 적용 전 행동 변화에 필요한 반응 노력을 파악하여 이에 상응하는 처치 수준에 대한 결정이 필요하다고 할 수 있다. 후속 연구에서는 이에 대한 연구를 고려할 필요가 있다.

이러한 시사점에도 불구하고 본 연구 결과를 일반화하는 데는 다음과 같은 제한점들이 고려되어야 한다.

첫째, 본 연구에서 사용된 처치들의 순수한 효과를 비교하기는 어렵다는 점이다. 연구에서 사용된 ABC 설계에서 B와 C단계에서는 두 가지 처치들이 함께 적용되었기에 각 처치의 효과들이 혼재되어 개별 처치간의 순수한 효과를 비교하기는 어려웠다. 이에, 후속 연구에서는 본 연구에서 사용한 기법 중, 안전행동 증진에 가장 큰 영향을 미치는 처치를 검증하기 위해 요소 분석(component analysis)이 이루어질 필요가 있다. 이러한 연구가 진행된다면 운수업 현장과 같이 혼자 일하는 근로자들의 안전관리를 위해 효과적인 BBS 기법을 구성하는 데 도움이 될 것이다.

둘째, 교육 및 프롬프트보다 목표설정과 셀프모니터링 조건에서 운전자의 안전행동 비율이 유의미하게 높았다. 하지만 이러한 목표설정과 셀프모니터링의 효과에는 피험자 내 설계의 특성으로 인한 처치의 이월 효과(carryover effect)와 순서 효과(order effect)가 작용했을 수 있다. 즉 운전자들은 교육 및 프롬프트 단계를 적용받은 후 목표설정과 셀프-모니터링에 참여하였으므로 행동증가가 더 가중되었을 수 있다. 이러한 제한점을 고려하여 추후 연구에서는 BBS 기법과 안전행동

간의 인과관계를 명확히 밝혀내기 위해 유사실험 설계를 사용하거나 참가자 별로 처치 순서를 다르게 하는 교차 처치 설계(counter-balanced design)를 사용하는 것이 도움이 될 수 있을 것이다.

셋째, 본 연구에서는 시내버스 교통사고 예방을 위해 운전기사에게 필요한 다른 안전행동들을 측정하지 못했다. 일반적으로 버스 교통사고 발생과 관련된 운전기사의 주요 운전 행동에는 출발 전 안전행동(i.e. 조기 페문, 개문발차) 외에도, 운행 중 전방 주의 태만, 급제동, 차로 변경과 같은 운전 행동이 포함 된다<sup>7,20</sup>. 구체적으로, 신국범<sup>21</sup>은 차내 안전사고의 발생 요인 중, 운전기사의 급제동 및 급출발 행동이 약 46%를 차지한다고 보고하였다. 비록 본 연구에서도 종속변인으로 운행 중 안전행동(예. 전방주시, 차선변경, 저속기어 사용)이 고려되었지만, 정확한 관찰에 어려움이 있어 선정될 수 없었다. 그러므로, 후속 연구에서는 운전기사의 정차 후 출발 전 안전수행 뿐 아니라 운행 중 안전행동도 종속변인으로 포함시킬 필요가 있다. 특히 차량 내에 이러한 정보를 자동으로 측정하는 장비가 있다면 더 객관적으로 처치의 효과를 검증할 수 있을 것이다.

넷째, 승객의 손잡이 사용 행동에 대한 관찰자 간 신뢰도가 측정되지 못했다. CCTV 영상은 회사가 사고 발생 시 사고 경위를 밝히기 위한 블랙박스 용도로 설치하였기에 보안상 문제로 연구자 외에 다른 관찰자가 동시에 관찰하기 어려웠다. 또한, 영상이 기록된 하드디스크 대부분은 용량 문제로 1~2주 이내에 기존 데이터를 덮어쓰는 방식으로 삭제되었다. 이러한 문제점 때문에, 여러 관찰자가 같은 자료를 관찰할 수 없었다. 추후 연구에서는 연구를 위한 별도의 기록 장치가 설치된다면 관찰 자료의 신뢰도가 확보될 수 있을 것이다.

마지막으로, 본 연구에서는 실험 후 운전자들과의 인터뷰 및 설문을 통해 비공식적 사고기록 자료를 수집하였다. 후속 연구에서는 실험 전후 공식 사고기록 자료를 분석하여 BBS 프로그램이 사고 예방에 미치는 기여도를 확인하면 좋을 것이다<sup>21</sup>.

이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 BBS 프로그램을 실제 현장에 적용하여 그 효과성을 검증한 연구로 실용적 의미를 가진다. 기존의 국내 운수업 안전 분야에 대한 연구는 대부분 차내 안전사고를 발생시키는 요인에 대한 분석과 사고 예방을 위한 접근법을 제시하는 연구들이 주를 이루었다. 하지만 사고의 발생 및 피해의 직접적인 대상인 운전기사 및 승객의 행동 변화를 목적으로 처치를 적용한 실증연구는 부족한 상태였다.

특히 이러한 BBS 프로그램은 현장 특성에 적합한 방식으로 변경하여 적용 가능하므로 혼자 일하는 운수

업체 근로자들의 안전행동 향상을 위한 대안적 안전관리 처치 기법(e.g. 자기관리)<sup>9,22</sup>이 될 수 있을 것이다. 그러나 아직 국내에서 BBS를 운수업 현장에 적용한 실증 연구는 부족하기 때문에 유사 현장에서의 BBS 기법의 재검증 및 처치 간의 상대적인 효과에 대한 비교 검증이 필요하다.

**감사의 글:** 이 논문은 2016년도 국가연구장학금(인문사회계)의 지원에 의해 작성되었음. 그리고 이 논문은 2016년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-20160374).

## References

- 1) Road Traffic Authority, "Summary of Traffic Accident Statistics of 2016", pp. 36-37, 2016.
- 2) K. Jung, "The Malicious Complaints on Safety Accidents Occurred Inside City Buses. How Should We Cope with These?", The Transportation News Korea, Retrieved from <http://www.gyotongn.com/news/articleView.html?idxno=60582>, 2014.
- 3) J. Won and J. Choi, "Traffic Engineering", Pakyoungsa, 2006.
- 4) J. Hyun, "Reformation of In-bus Safety Accident Type Using Text Mining", Master's Thesis, Myong-ji University, pp. 34-40, 2015.
- 5) J. Ahan, "A Study on Surveying the Status of Safety Accidents Occurred Inside City Buses and on Suggesting Improvement Plan", Korean Research Institute of Transportation Industries, pp. 29-31, 2005.
- 6) M. Kim, C. Lim, C. Lee, K. Kim and J. Park, "Identifying Service Opportunities for Enhancing Driving Safety of Intra-City Buses Based on Driving Behavior Analysis", "Journal of Korean Institute of Industrial Engineers", Vol. 41, No. 5, pp. 499-510, 2015.
- 7) W. Park, "A Research on the Measures for Safety Considering on the Characteristics of Bus Traffic Accidents: Focusing on Facilities, Safety and Education", Korean Research Institute of Transportation Industries, pp. 40-45, 2015.
- 8) K. Moon, J. Lee, K. Lee and S. Oah, "The Effect of Behavior Based Safety(BBS) Program on Safety Climate and Safety Behaviors", The Korean Journal of Industrial and Organizational Psychology, Vol. 25, No. 2, pp. 349-372, 2012.
- 9) K. Lee, S. Choi, I. Choi and S. Oah, "The Effects of



- Self-management Technique on Eco-driving Behaviors”, Korean Journal of Psychological and Social Issues, Vol. 17, No. 4, pp. 381-393, 2011.
- 10) P. K. Lehman and E. S. Geller, “Behavior Analysis and Environmental Protection: Accomplishments and Potential for More”, Behavior and Social Issues, Vol. 13, No. 1, pp. 13-23, 2004.
  - 11) R. O. Nelson and S. C. Hayes, “Theoretical Explanations for Reactivity in Self-monitoring”, Behavior Modification, Vol. 5, No. 1, pp 3-14, 1981.
  - 12) R. Olson and J. Winchester, “Behavioral Self-monitoring of Safety and Productivity in the Workplace: A Methodological Primer and Quantitative Literature Review”, Journal of Organizational Behavior Management, Vol. 28, No. 1, pp. 9-75, 2008.
  - 13) R. Olson and J. Austin, “Behavior-Based Safety and Working Alone”, Journal of Organizational Behavior Management, Vol. 21, No. 3, pp. 5-43, 2001.
  - 14) T. R. Krause, “Self-Observation. In The Behavior-Based Safety Process: Managing Involvement for an Injury-Free Culture, New York: Van Nostrand Reinhold, pp. 283-288, 1997.
  - 15) J. S. Hickman and E. S. Geller, “A Safety Self-management Intervention for Mining Operations”, Journal of Safety Research, Vol. 34, No. 3, pp. 299-308, 2003.
  - 16) J. Austin, R. Olson and J. A. Wellisley, “The Behavior Engineering Model at Work on a Small Scale: Using Task Clarification, Self Monitoring, and Public Posting to Improve Customer Service”, Performance Improvement Quarterly, Vol. 14, No. 2, pp. 53-76, 2001.
  - 17) M. Rodriguez, D. A. Wilder, K. Therrien, B. Wine, R. Miranti, K. Daratany, G. Salume, G. Baranovsky and M. Rodriguez, “Use of the Performance Diagnostic Checklist to Select an Intervention Designed to Increase the Offering of Promotional Stamps at Two Sites of a Restaurant Franchise”, Journal of Organizational Behavior Management, Vol. 25, No. 3, pp. 17-35, 2005.
  - 18) K. B. McCann and B. Sulzer-Azaroff, “Cumulative trauma Disorders: Behavioral Injury Prevention at Work”, Journal of Applied Behavioral Science, Vol. 32, No. 3, pp. 277-291, 1996.
  - 19) B. Sulzer-Azaroff and D. J. Fellner, “Searching for Performance Targets in the Behavioral Analysis of Occupational Health and Safety: An Assessment Strategy”, Journal of Organizational Behavior Management, Vol. 6, No. 2, pp. 53-65, 1984.
  - 20) K. Shin, “Survey on Safety Accidents Occurred Inside City Buses during Operation”, Korea Consumer Agency, pp. 21-22, 2009.
  - 21) W. Ahn, S. Lee and S. Park, “The Relationship among bus Driver's Personality Traits, Safety Job Performance and Traffic Accidents” J. Korean Soc. Saf., Vol. 29, No. 2, pp. 68-75, 2014.
  - 22) K. Lee, J. Lee, K. Moon and S. Oah, “The Effects of Self-management on Supervisory Behaviors at a Construction Site”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 27, No. 6, pp. 151-159, 2012.