교통시설 내 혼잡구역 안전관리 체계 연구

최종보고서

국토교통부

제출문

국토교통부장관 귀하

본 보고서를 『교통시설 내 혼잡구역 안전관리 체계 연구』 용역의 최종보고서로 제출합니다.

2023년 12월

경상북도 김천시 혁신6로 17

한국교통안전공단
이사장 권 용 복

연구진

한국교통안전공단 과업수행 연구진

▶	연 구 책 임	임준범	한국교통안전공단 모빌리티정책처	책임연구원
	연 구 원	박선영	한국교통안전공단 모빌리티지원센터	원장
	연 구 원	김기용	한국교통안전공단 모빌리티정책처	처장
	연 구 원	정준영	한국교통안전공단 모빌리티정책처	산임연구원
	연 구 원	이승택	한국교통안전공단 규제혁신처	연구위원

㈜포럼에이트코리아 과업수행 연구진

▶	연 구 책 임	김도훈	㈜포럼에이트코리아	대표
	연 구 원	오미영	㈜포럼에이트코리아	이사
	연 구 원	주성갑	㈜포럼에이트코리아	실장
	연 구 원	최호민	㈜포럼에이트코리아	차장
	연 구 원	서지희	㈜포럼에이트코리아	과장
	연 구 원	박상현	㈜포럼에이트코리아	대리
	연 구 원	문혜민	㈜포럼에이트코리아	대리

목차
CONTENTS

제1장 연구 개요 1

1.1 배경 및 목적 1
1.2 연구의 범위 3
1.3 추진경위 4

제2장 현황 조사 7

2.1 혼잡구역 안전관리 대상시설 정의 7
2.2 교통시설 혼잡관련 특성조사 1 1

제3장 기존 사례조사 27

3.1 국내·외 교통시설 혼잡관리 관련 지침 7 2
3.2 교통시설 혼잡도 관련 연구 5 3

제4장 시뮬레이션 분석 43
4.1 시뮬레이션 개요 34
4.2 위험도 등급 판단 지표 및 영향 지표 선정 64
4.3 시뮬레이션 시나리오 구성 및 수행 94
4.4 시뮬레이션 결과 65
제5장 혼잡위험도 모형개발 36
5.1 모형 구축방법론 36
5.2 모형 구축결과 56
5.3 혼잡위험도 등급 개발 76
제6장 혼잡위험도 안전관리 조치사항 77
6.1 안전관리 체계 77
6.2 실외형 교통시설 (중앙 버스정류소 / 가로변 버스정류소) 87
6.3 실내형 교통시설(광역환승센터 / 버스터미널) 68
6.4 조치사항 효과분석 79
6.5 이용자 수칙 99
부록 시뮬레이션 분석 결과 111

표 목차

<표 1-1> 교통시설별 이용자수 순위 ····· 2
<표 2-1> 혼잡구역 안전관리 교통시설 정의 ····· 7
<표 2-2> 가로변 버스정류소 유형 ····· 9
<표 2-3> 광역환승센터 유형 ····· 10
<표 2-4> 혼잡교통시설 오전오후 첨두시 이용자수 ····· 13
<표 2-5> 혼잡교통시설 현장조사 일정 ····· 14
<표 2-6> 구로디지털단지역 승강장 운행노선 정보 ····· 15
<표 2-7> 서울역 버스환승센터 승강장 운행노선 정보 ····· 18
<표 2-8> 잠실 광역환승센터 승강장 운행노선 정보 ····· 21
<표 3-1> 고속철도 위기경보 단계별 기준 및 대응조직 사례 ····· 23
<표 3-2> 고속철도 재난대응 단계제시 사례 ····· 23
<표 3-3> 위기경보 단계별 기준 및 대응조직 ····· 33
<표 3-4> 위기상황 판단 기준표 ····· 34
<표 3-5> 조직구성 및 임무 ····· 34
<표 3-6> 승객수별 최적 정류장 규격 산출 결과(강유정, 2021) ····· 40
<표 4-1> 피난 해석 시뮬레이션 소프트웨어 비교 ····· 43
<표 4-2> buildingEXODUS 입력가능 주요변수 ····· 44
<표 4-3> buildingEXODUS 출력가능 주요변수 ····· 44
<표 4-4> Population 설정값 ····· 45
<표 4-5> 시뮬레이션 분석 산출 가능 변수 ····· 47
<표 4-6> 시설유형별 위험도 영향 지표 ····· 48
<표 4-7> 중앙버스정류장 시나리오 변수 ····· 49
<표 4-8> 가로변버스정류장 - 정류장형 시나리오 변수 ····· 51
<표 4-9> 가로변버스정류장 - 정류소형 시나리오 변수 ····· 52
<표 4-10> 광역환승센터(지하형) 시나리오 변수 ····· 53
<표 4-11> 중앙버스정류장 시나리오 변수 ····· 55
<표 4-12> 중앙버스정류장 시뮬레이션 결과 ····· 56
<표 4-13> 가로변형 버스베이형 시뮬레이션 결과 ····· 57
<표 4-14> 가로변형 버스정류소형 시뮬레이션 결과 ····· 58
<표 4-15> 지하형 광역환승센터 시뮬레이션 결과 ····· 59
<표 4-16> 버스터미널 시뮬레이션 결과 ····· 60

<표 5-1> 비선형회귀분석 종류 (예시) ····· 4 ····· 6
<표 5-2> 교통시설별 모형 변수 ····· 5 ····· 6
<표 5-3> 혼잡위험도 등급 구분 ····· 8 ····· 6
<표 5-4> 교통시설별 혼잡위험도 등급 ····· 8 ····· 6
<표 5-5> 종합 혼잡위험도 등급 판단기준 ····· 9 ····· 6
<표 5-6> 혼잡위험도 등급별 상태 (중앙 버스정류소) ····· 0 ····· 7
<표 5-7> 혼잡위험도 등급별 상태 (가로변 버스정류소) ····· 1 ····· 7
<표 5-8> 혼잡위험도 등급별 상태 (광역환승센터) ····· 2 ····· 7
<표 5-9> 혼잡위험도 등급별 상태 (버스터미널) ····· 3 ····· 7
<표 6-1> 혼잡위험도 등급별 조치사항 종합 (실외형 교통시설) ····· 8 ····· 7
<표 6-2> 혼잡위험도 등급별 조치사항 종합 (실내형 교통시설) ····· 6 ····· 8
<표 6-3> 실외형 시설 대책 효과도 추정 시 변수 입력값 ····· 7 ····· 9
<표 6-4> 실외형 시설 대책 효과도 추정 결과 ····· 7 ····· 9
<표 6-5> 실내형 시설 대책 효과도 추정 시 변수 입력값 ····· 8 ····· 9
<표 6-6> 실내형 시설 대책 효과도 추정 결과 ····· 8 ····· 9

그림 목차

<그림 1-1> 교통시설 내 혼잡구역 전경 ····· 1
<그림 1-2> 연구 목적 ····· 2
<그림 1-3> 내용적 범위 ····· 3
<그림 2-1> 통합 횡단보도 설치 중앙 버스정류소 개념도 ····· 8
<그림 2-2> 방향별 분리 횡단보도 설치 중앙 버스정류소 개념도 ····· 9
<그림 2-3> 버스터미널 시설 사례 ····· 01
<그림 2-4> 중앙버스정류장 영향권 ····· 11
<그림 2-5> 가로변 버스정류장 혼잡 영향권 ····· 11
<그림 2-6> 광역환승센터(잠실역) ····· 21
<그림 2-7> 버스터미널(천안) ····· 21
<그림 2-8> 구로디지털단지역 승강장(상행) ····· 51
<그림 2-9> 구로디지털역 인근 교차로 보행 모습 ····· 51
<그림 2-10> 구로디지털단지역 횡단보행 모습 ····· 61
<그림 2-11> 구로디지털단지역 승강장(하행) ····· 61
<그림 2-12> 구로디지털단지역 승강장 단일 횡단보도 ····· 71
<그림 2-13> 구로디지털단지역 보행특성 ····· 71
<그림 2-14> 서울역 버스환승센터 승강장 ····· 81
<그림 2-15> 서울역 버스환승센터 보행특성 ····· 91
<그림 2-16> 판교역 서편 승강장 ····· 91
<그림 2-17> 판교역 서편 보행특성 ····· 02
<그림 2-18> 사당역 4번출구 승강장 ····· 02
<그림 2-19> 사당역 4번출구 보행특성 ····· 12
<그림 2-20> 잠실 광역환승센터 승강장 ····· 22
<그림 2-21> 잠실 광역환승센터 보행특성 ····· 22
<그림 2-22> 서울고속버스터미널 시설안내도 ····· 32
<그림 2-23> 서울고속버스터미널 시설특성 ····· 32
<그림 2-24> 서울고속버스터미널 보행특성 ····· 42
<그림 3-1> 혼잡관리 체계 사례(시드니) ····· 92
<그림 3-2> 혼잡도 등급 분류 사례 ····· 92
<그림 3-3> 혼잡도 히트맵 분석사례 ····· 03

<그림 3-4> 혼잡도 완화 대책 사례 ····· 13
<그림 3-5> 시뮬레이션 환경 및 시나리오 사례(최문기 연구) ····· 63
<그림 3-6> 시뮬레이션 분석사례(최문기 연구) ····· 73
<그림 3-7> 광역버스 정류소 혼잡완화 시설 설치 사례 ····· 83
<그림 3-8> 대구광역시 버스 승강장 문제점 분석 사례 ····· 93
<그림 4-1> buildingEXODUS 구동 화면 ····· 34
<그림 4-2> buildingEXODUS node 연결 방법 ····· 44
<그림 4-3> node에 출구연결 ····· 44
<그림 4-4> 중앙버스정류장 구조 ····· 94
<그림 4-5> 중앙버스정류장 시나리오 구성 ····· 05
<그림 4-6> 중앙섬식 버스정류장 시뮬레이션 화면 ····· 05
<그림 4-7> 가로변버스정류장 - 버스베이형 시나리오 구성 ····· 15
<그림 4-8> 가로변형 버스정류장 시뮬레이션 화면 ····· 15
<그림 4-9> 가로변버스정류장 - 정류소형 시나리오 구성 ····· 25
<그림 4-10> 가로변형 버스정류소 시뮬레이션 화면 ····· 35
<그림 4-11> 광역환승센터(지하형) 시나리오 구성 ····· 45
<그림 4-12> 광역환승센터(지하형) 시뮬레이션 화면 ····· 45
<그림 4-13> 버스터미널 시뮬레이션 화면 ····· 55
<그림 4-14> 중앙버스정류장 시뮬레이션 결과 분포도 ····· 65
<그림 4-15> 가로변형 버스베이형 시뮬레이션 결과 분포도 ····· 75
<그림 4-16> 가로변형 버스정류소형 시뮬레이션 결과 분포도 ····· 85
<그림 4-17> 지하형 광역환승센터 시뮬레이션 결과 분포도 ····· 95
<그림 4-18> 버스터미널 시뮬레이션 결과 분포도 ····· 06
<그림 5-1> 모형 잔차도표 ····· 66
<그림 5-2> 상자 그림(Box plot) ····· 76
<그림 6-1> 교통시설별 설치·관라자의 안전관리 절차 ····· 77
<그림 6-2> 노선별 한줄서기 시설물 예시 ····· 08
<그림 6-3> 바닥에 이동방향 표시 예시 ····· 18
<그림 6-4> 이용도 낮은 대기공간으로 분산 예시 ····· 18
<그림 6-5> 대기장소 신설 또는 확장 예시 ····· 28

<그림 6-6> 정류장 주변 장애물 제거 조치 예시 ····· 38
<그림 6-7> 버스노선별 대기공간 분리 예시 ····· 48
<그림 6-8> 인력에 의한 분산 유도 예시 ····· 48
<그림 6-9> 무정차 통과 조치 예시 ····· 58
<그림 6-10> 노선별 한줄서기 시설물 예시 (실내형) ····· 88
<그림 6-11> 바닥 방향표시 시설물 예시 (실내형) ····· 88
<그림 6-12> 쉘터, 의자 등 방해물 재배치 예시 (부산 터미널) ····· 98
<그림 6-13> 깔대기 모양 통로 개념도 ····· 98
<그림 6-14> 이동통로 내 장애물 제거 사례 ····· 09
<그림 6-15> 버스노선별 분리 안내도 예시 ····· 09
<그림 6-16> 홍보물로 이도 낮은 공간 분산 사례 ····· 19
<그림 6-17> 사용빈도 낮은 출구 이용 유도 사례 ····· 19
<그림 6-18> 출구와 입구 분리 사례 ····· 29
<그림 6-19> 대기장소 신설 사례(동대구역) ····· 39
<그림 6-20> 보행속도별 통행로 설치 사례 ····· 39
<그림 6-21> 방향별 분리줄 설치 사례 ····· 49
<그림 6-22> 승하차장 분리 사례 ····· 49
<그림 6-23> 인력에 의한 분산유도 사례 ····· 59
<그림 6-24> 출입시설 통제 사례 ····· 59
<그림 6-25> 실외형 시설 대책 효과도 추정 시뮬레이션 ····· 79
<그림 6-26> 실내형 시설 대책 효과도 추정 시뮬레이션 ····· 89

I

연구 개요

1.1 배경 및 목적
1.2 연구의 범위
1.3 추진경위

제1장 연구 개요

1.1 배경 및 목적

1.1.1 연구 배경

○ 「교통안전법」 제4조에 따라 교통시설 설치·관리자는 해당 교통시설*을 설치 또는 관리하는 경우 교통안전표지 그 밖의 교통안전시설 확충·정비하는 등 교통안전을 확보하기 위한 필요한 조치를 강구해야함

- 최근 김포골드라인 경전철 혼잡, 이태원 참사 등 교통시설 내 혼잡으로 인한 안전사고 우려가 높아 이에 대한 대책 강구 필요성 증대

> *국가통합교통체계효율화법 제2조(정의)
> 4. "교통시설"이란 교통수단의 운행에 필요한 도로·철도·공항·항만·터미널 등의 시설과 그 시설에 부속되어 교통수단의 원활한 운행을 보조하는 시설 또는 공작물을 말한다.

출퇴근시간 지하철역
(자료: 매경닷컴 2022.11.30.)

잠실광역환승센터
(자료: 국토교통부 블로그)

<그림 1-1> 교통시설 내 혼잡구역 전경

○ 코로나19로 인한 사회적 거리두기 해제 이후 대중교통 통행량이 대폭 증가하고, 중단되었던 각종 행사 등에 참석하기 위해 교통시설에 단시간 이용객이 몰릴 것으로 예상되어 안전에 대한 우려

- 대중교통 통행량 '21년 50.2억 통행 → '22년 56.5억 통행으로 12.4% 증가
- 도시철도 이용자의 경우 첨두시(7-9시, 18-20시)가 전체이 32%로 비첨두시 대비 2.25배 차지

<표 1-1> 교통시설별 이용자수 순위

(단위 : 명/일))

순위	버스정류장(평일승차기준)		지하철역(평일승하차기준)		버스터미널(주말승차기준)		철도역(주말승차기준)	
	이름	인원	이름	인원	이름	인원	이름	인원
1	잠심광역환승센터	62,286	잠실역	192,851	서울고속터미널	36,429	서울역	41,597
2	수원역 AK플라자	24,251	강남역	188,577	센트럴시티	20,786	동대구역	34,169
3	야탑역종합버스터미널	23,471	서울역	140,025	광주유스퀘어	16,160	부산역	28,390
4	미아사거리역	21,984	선릉역	137,252	동서울	15,731	대전역	26,020
5	구로디지털단지역	21,526	가산디지털단지역	129,700	천안	12,089	용산역	22,138

자료 : 2022년 대중교통 현황조사

○ 현재 교통시설의 혼잡구역에 대한 안전관리 시스템이 부재함

- 교통시설 관리자는 혼잡상황 안전관리를 자체적으로 시행하는 경우가 있으나, 표준 가이드가 부재하며, 법적 의무사항으로 규정되어 있지 않음

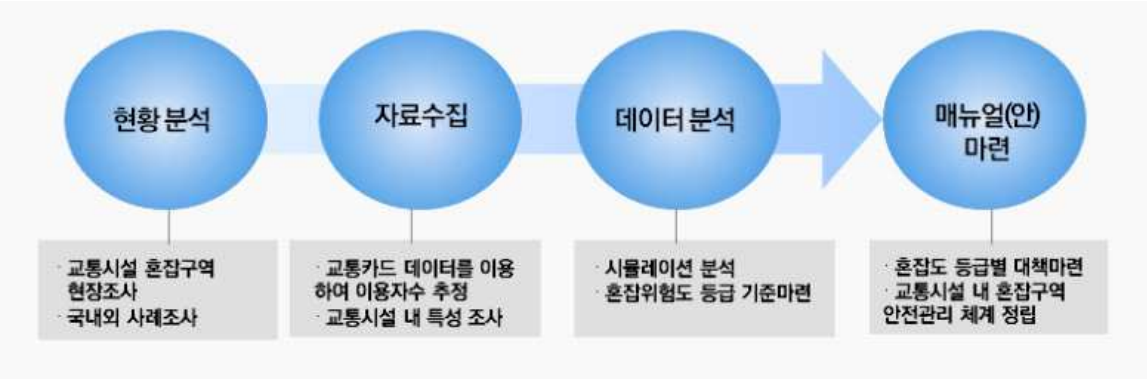
1.1.2 연구 목적

○ 교통시설 내 혼잡구역 안전관리 체계 마련

- 교통시설 내 혼잡위험도 평가방법 및 위험도 등급 구분 제시
- 위험도 등급별 안전관리 대책 제시

○ 교통시설 내 혼잡구역 안전관리 매뉴얼 마련

- 교통시설 설치 또는 관리자가 사용할 수 있는 혼잡 위험도 안전관리 매뉴얼 마련



<그림 1-2> 연구 목적

1.2 연구의 범위

1.2.1 시간적 범위

○ 교통사고자료 등 국가 통계 발표 시기를 고려하여, 필요시 우선적으로 최근3년간(2020-2022) 간의 통계자료를 시간적 범위로 함

- 현장조사 등은 조사시점으로 함

1.2.2 공간적 범위

○ 통합교통체계효율화법 제2조에 정의되어 있는 "교통시설"인 교통수단의 운행에 필요한 도로·철도·공항·항만·터미널 등의 시설과 그 시설에 부속되어 교통수단의 원할한 운행을 보조하는 시설 또는 공작물을 포함함

- 단, 혼잡구역 안전관리 필요성이 있는지 여부 등을 검토하여 최종 결정함

1.2.3 내용적 범위

○ 혼잡발생 빈도 등 교통시설 중 혼잡관리가 필요한 대상시설 정의

○ 국내외 교통시설 혼잡관리 사례조사

○ 교통시설별 혼잡구역 위험도 등급 판단기준 정립

○ 위험도 등급별 혼잡구역 안전관리 체계 정립

<그림 1-3> 내용적 범위

1.3 추진경위

○ (‘23.4.11) 착수보고회 (국토부 교통안전정책과)

- 국토부 철도안전정책과, 서울시, 서울교통공사, 버스터미널연합회, 자문위원3인 등 참석

○ (‘23.4.17) 국토교통부 철도안전정책과 과업범위 협의

- 국토부 철도안전정책과에서 철도관련 교통시설(지하철역사, 철도역사)의 혼잡관리 연구 수행으로, 본 연구에서는 버스관련 교통시설만 연구범위로 선정

○ (‘23.5.8~5.10) 버스관련 교통시설 현장조사

○ (‘23.5.30) 국토교통부 교통안전정책과 과업수행 점검회의 (1차)

○ (‘23.6.1) 혼잡위험도 분석 방법론에 대한 자문회의 (1차)

- 국토부 교통안전정책과, 전문가 자문위원 3인 등 참석

○ (‘23.6.20) 국토교통부 교통안전정책과 과업수행 점검회의 (2차)

○ (‘23.7.28) 시뮬레이션 결과에 대한 자문회의 (2차)

- 국토부 교통안전정책과, 전문가 자문위원 3인 등 참석

○ (‘23.9.25) 중간보고회 (국토부 교통안전정책과)

○ (‘23.9.25) 중간보고서 제출

○ (‘23.11.22) 지자체 실무 담당자 자문회의

○ (‘23.12.27) 최종보고회

Ⅱ

현황 조사

2.1 혼잡구역 안전관리 대상시설 정의

2.2 교통시설 혼잡관련 특성조사

제2장 현황 조사

2.1 혼잡구역 안전관리 대상시설 정의

2.1.1 개요 및 정의

○ 국가통합교통체계효율화법 등 관련 법률에서 정하고 있는 교통시설의 종류가 매우 다양하나, 모든 시설물에서 혼잡이 발생하여 안전관리가 필요한 것은 아님

○ 본 연구에서는 교통시설 중 혼잡구역에서 발생하는 안전사고 또는 이동불편이 우려되는 등의 시설물에 한정하여 안전관리 대상 시설로 정의하고자 함

- 교통시설 안전관리에 대한 주무부처인 국토교통부와 교통안전 전문가의 의견을 검토함
- 혼잡이 발생할 수 있는 주요 교통시설은 지하철역사, 철도역사, 버스정류장(중앙, 가로변), 광역환승센터, 버스터미널, 공항, 항만임
- 지하철역사, 철도역사는 국토교통부 철도안전정책과에서 유사 연구용역을 추진하고 있어 본 연구에의 대상시설에서 제외함 (국토부 철도안전정책과 협의, 2023.04.17.)
- 공항, 항만시설의 경우는 대규모의 교통시설로 공급면적이 비교적 크고, 혼잡이 발생하기는 하나 휴가 등 특정기간에 발생하는 특성이 있어 주기적인 안전관리 필요성이 상대적으로 적음

○ 따라서, 본 연구의 혼잡구역 안전괸리 대상시설은 아래 4가지로 정의함

- 중앙 버스정류소
- 가로변 버스정류소
- 광역환승센터
- 버스터미널

○ 위에서 언급한 4가지 교통시설에 대한 법적 정의는 아래 표와 같음

<표 2-1> 혼잡구역 안전관리 교통시설 정의

구분	정의
교통시설	· 「국가통합교통체계효율화법」 제2조 제4호에 따라 교통수단의 운행에 필요한 도로·철도·공항·항만·터미널 등의 시설과 그 시설에 부속되어 교통수단의 원활한 운행을 보조하는 시설 또는 공작물 · 본 매뉴얼에서는 버스 수단의 운행에 필요한 정류소, 터미널 시설로 정의함

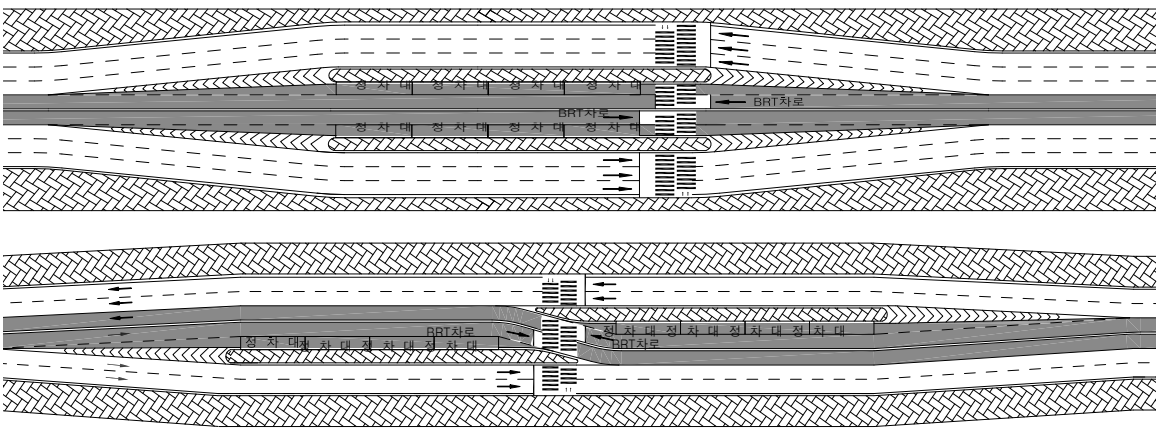
구분	내용
정류소	· 「여객자동차 운수사업법」 시행령 제2조에 따라 여객이 승차 또는 하차할 수 있도록 노선 사이에 설치한 장소 · 본 매뉴얼에서는 정류소의 설치위치에 따라 중앙 버스정류소와 가로변 버스정류소로 구분함
중앙 버스정류소	· 도로의 중앙에 여객이 승차 또는 하차할 수 있도록 본선차로에서 분리하여 설치된 공간을 의미
가로변 버스정류소	· 도로의 우측 가로변에 여객이 승차 또는 하차할 수 있도록 설치한 공간을 의미
광역환승센터(지하형)	· 「국가통합교통체계효율화법」 제2조 제13호에 따르는 환승센터 중 「대도시권 광역교통관리에 관한 특별법 시행령」 제4조의 제2항에 따르는 시설 : 대도시권의 광역적인 교통수요를 처리하기 위하여 국토교통부장관이 광역교통위원회의 심의를 거쳐 지정·고시한 환승센터
버스터미널 (여객자동차 터미널)	· 「여객자동차운수사업법」 제2조에 따라 다음 각 목(가. 도로의 노면, 나. 그 밖에 일반교통에 사용되는 장소)의 어느 하나에 해당하는 장소가 아닌 곳으로서 승합자동차를 정류시키거나 여객을 승하차 시키기 위하여 동법 제36조에 따라 설치된 시설

2.1.2 혼잡구역 안전관리 대상시설 유형

가. 중앙 버스정류소

○ 중앙 버스정류소는 도로 중앙에 버스 승객의 승·하차를 위한 공간으로, 횡단보도 설치 유형에 따라 구분할 수 있음

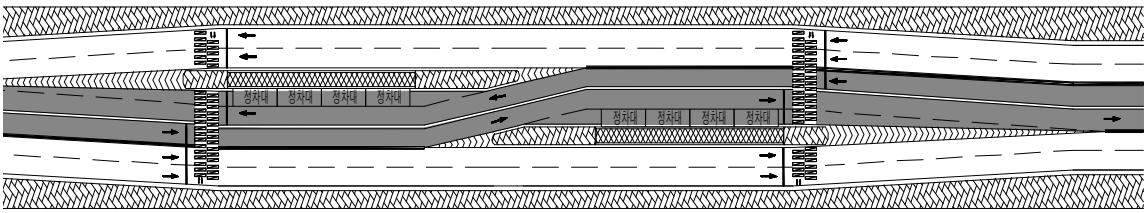
- 통합형 횡단보도를 가운데 설치하고, 방향별 정류소를 양쪽에 배치하는 유형



자료 : 간선급행버스 체계시설의 기술기준 해설(국토교통부 행정규칙)

<그림 2-1> 통합 횡단보도 설치 중앙 버스정류소 개념도

- 횡단보도를 방향별 정류소 양 끝쪽에 설치하여 배치하는 유형



자료 : 간선급행버스 체계시설의 기술기준 해설(국토교통부 행정규칙)

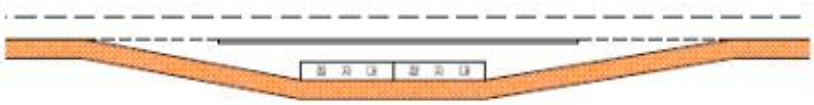
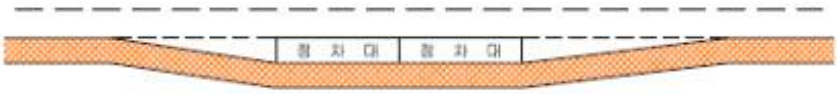
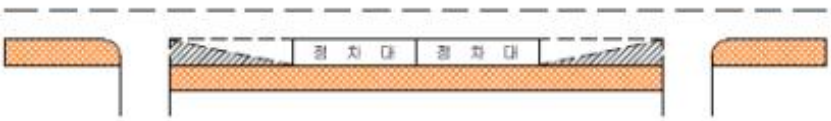
<그림 2-2> 방향별 분리 횡단보도 설치 중앙 버스정류소 개념도

나. 가로변 버스정류소

○ 가로변 버스정류소는 아래 표와 같이 버스분리, 버스베이, 버스확장, 버스도출, 버스노면 정류소로 유형을 구분할 수 있음

○ 본 매뉴얼에서는 일반적인 가로변 버스정류소 유형인 버스베이, 버스노면 유형만 다루어짐

<표 2-2> 가로변 버스정류소 유형

유형	평면도
버스분리	
버스베이	
버스확장	
버스돌출	
버스노면	

자료 : 교통영향분석 개선대책 수립 지침(국토교통부 행정규칙)

다. 광역환승센터(지하형)

○ 광역환승센터는 아래 표와 같이 유형을 구분할 수 있으며, 본 매뉴얼에서는 대중교통 연계수송형 환승센터를 다룸

- 특히, 버스와 지하철간 연계를 위해 지하에 건설되는 광역환승센터만 해당됨

<표 2-3> 광역환승센터 유형

유형	정의
주차장형	· 대중교통 이용자의 주차 및 환승활동 지원을 주된 기능으로 하는 환승센터
대중교통 연계수송형	· 대중교통수단 간의 연계수송 및 환승활동 지원을 주된 기능으로 하는 환승센터
터미널형	· 터미널 및 환승활동 지원을 주된 기능으로 하는 환승센터

자료 : 환승센터 및 복합환승센터 설계배치 기준 (국토교통부 고시 2015-1103호)

라. 버스터미널

○ 버스터미널은 별도의 정형화된 유형이 분류되지 않음

- 서울 강남고속버스터미널의 평면도를 보면, 승차장과 하차장이 구분되어 있음

- 또한, 버스터미널 이용자들의 대기·이동공간은 상업시설, 호텔 이용객 등과 혼재되어 사용됨

<그림 2-3 > 버스터미널 시설 사례

○ 본 매뉴얼에서는 버스터미널과 상업시설(마트, 백화점 등)이 함께 있는 복합터미널의 이용자수 등을 반영함

2.2 교통시설 혼잡관련 특성조사

2.2.1 조사대상

○ 중앙버스정류장은 대중교통 활성화와 버스의 이동속도 및 정시성 향상을 목적으로 도입된 중앙버스전용차로에서 승객 승하차 등 정차를 위한 교통시설물임

- 주요 권역별 거점인 철도역사, 지하철역사 주변에 설치되는 광역환승센터(지상형)와 BRT(Bus Rapid Transit) 정류장을 모두 포함함

○ 중앙버스정류장은 버스승객 대기공간 폭은 최소 3.0m 이상 확보하도록 하고 있으며(인당 0.75m × 4명), 정차면이 몇 개인지에 따라 전체 대기공간 면적이 정해짐

- 평균적으로 정차면수는 4개가 가장 일반적이며, 정차면은 버스노선 수, 버스 이용자 수 등에 따라 3~7개 정도 수준으로 조사됨

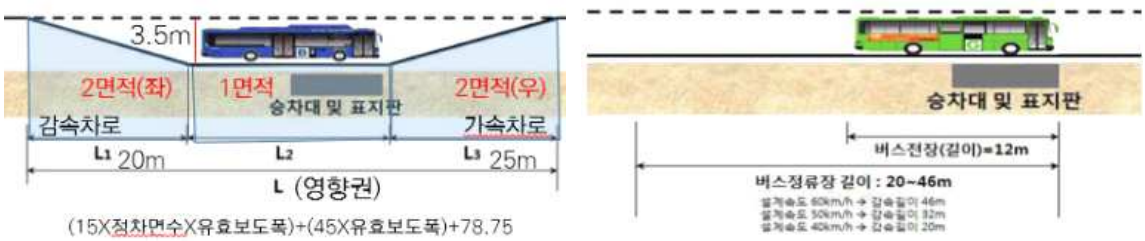
<그림 2-4> 중앙버스정류장 영향권

○ 가로변 버스정류장은 도로의 가장 우측차로에 설치하고, 베이형과 정류소형으로 구분할 수 있음

- 버스베이형은 버스가 정차시 일반차량의 소통에 방해가 되지 않도록 일정구간 동안 감속차로, 승차대, 가속차로로 구성된 공간을 설치하는 것을 말함

- 감속차로의 길이는 20m, 가속차로의 길이는 25m를 주로 사용하며, 승차대는 정차면수에 따라 다르며, 1개면이 있는 경우의 길이는 15m정도로 설치함

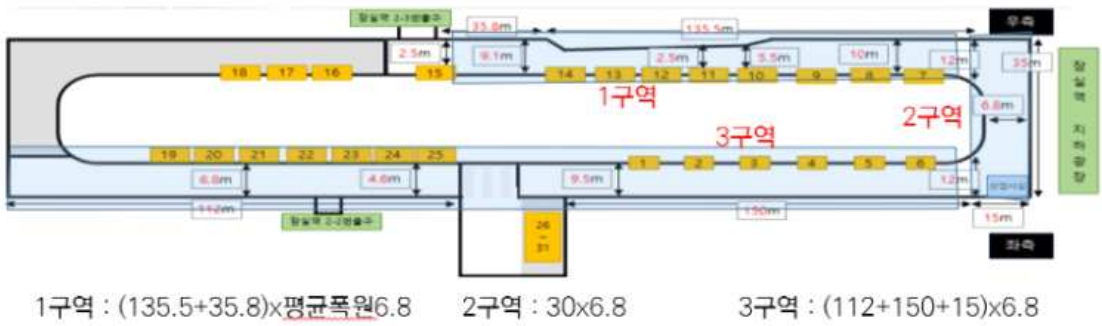
- 버스정류소형은 별도의 베이를 설치하지 않고 가장 우측차로에 버스 정차대를 설치하는 것으로 도로의 설계속도에 따라 20m~46m 정도의 길이로 설치함



<그림 2-5> 가로변 버스정류장 혼잡 영향권

○ 광역환승센터(지하형)는 잠실역과 광교중앙역, 도봉산역 3곳이 유일하며, 버스와 지하철의 환승연계를 편리하게 하기 위해 지하공간에 설치한 정류장임

- 버스정류장을 지하에 설치하여 하차 후, 지하철역을 지하통로를 통해서 바로 환승할 수 있도록 연결한 구조임
- 앞서 중앙버스정류장, 가로변버스정류장과 다르게 실내에 폐쇄형으로 설치되는 공간이라고 할 수 있음
- 아래 <그림 2-3>과 같이 버스 승하차 구역 및 통로(1,3구역)와 지하철역으로 진입할 수 있는 출입문이 있는 공간(2구역)으로 구분될 수 있음
- 잠실역광역환승센터의 경우는 이동통로의 폭은 6.8m로 조사되었으며, 전체 이동통로의 길이는 약 270m 정도로 나타남
- 지하철역으로 가기 위해 출입문이 있는 구간의 길이는 약 35m임



<그림 2-6> 광역환승센터(잠실역)

○ 버스터미널은 다양한 형태로 존재하나, 상업시설과 함께 운영되는 버스터미널에서 혼잡 안전관리가 필요할 것으로 판단됨

- 고속버스, 시외버스 승하차장을 분류한 터미널도 있고, 함께 사용하는 터미널도 있으며, 광역환승센터와 같이 실내에 폐쇄형으로 설치되어 있음
- 대합실, 이동통로, 출입구, 승하차장 등 다양한 목적의 공간으로 이루어져 있음

<그림 2-7> 버스터미널(천안)

2.2.2 조사개요

○ 교통시설별 공간적(물리적) 특성 및 이용자의 보행특성 조사를 위해 현장조사를 수행함

○ 이용량이 가장 많은 혼잡시간대의 이용자 특성을 조사하고, 교통카드 및 매표자료의 검증을 위함

○ 이에 2022년 대중교통 현황조사를 통해 산출된 정류장별 이용인원이 많인 대중교통시설을 검토하였음

○ 가로변형/중앙섬식 버스정류장과 지하형 광역환승센터, 버스터미널로 입체형/평면형 등 물리적 특성을 고려하여 대해 조사 대상지를 선정함

○ 가로변형 버스정류장은 판교역 서편과 사당역 4번출구, 중앙섬식은 구로디지털단지역과 서울역버스환승센터, 지하형 광역환승센터로는 잠실역 광역환승센터를 선정함

<표 2-4> 혼잡교통시설 오전오후 첨두시 이용자수

(단위 : 명/일)

구분		오전첨두(08시~09시)			오후첨두(18시~19시)		
		승차	하차	합계	승차	하차	합계
가로변버스 정류소	판교역 서편	1,639	56	1,695	84	9	93
	사당역 4번출구	475	55	530	1,515	47	1,562
중앙버스 정류소	구로디지털단지역	367	371	738	1,339	277	1,616
	서울역버스환승센터	1,705	1,863	3,568	1,919	1,739	3,658
지하형 광역환승센터	잠실광역환승센터	612	3,397	4,009	3,700	1,004	4,704

○ 각 시설의 조사방법은 다음과 같음

○ 가로변형 버스정류장(판교역 서편, 사당역 4번출구)

- 대상면적 : 최다인원 승차시간대 대기공간(대기길이×(전체폭원-1.5m))
- 조사시간 : 최다승차시간대
- 조사방법 : 최다승차대기인원 및 대기공간 통과 보행량(동영상 촬영), 상업시설 진출입 보행량(동영상 촬영), 주차시설 및 택시정차대 설치 유무

○ 중앙형 버스정류장(구로디지털단지역, 서울역 버스환승센터)

- 대상면적 : 교통섬 전체 면적
- 조사시간 : 최다승차시간대
- 조사방법 : 최다승차대기인원(교통카드데이터 승하차인원 비교·보정)

○ 지하형 광역환승센터(잠실광역환승센터)

- 대상면적 : 분리되어 있는 별도의 대기공간 전체 면적
- 조사시간 : 최다승차시간대
- 조사방법 : 최다승차대기인원(교통카드데이터의 환승대기인원 고려), 입출구별 통과 보행량(동영상 촬영)

* 평면형 환승센터의 경우, 버스정류장과 동일하게 조사

○ 버스터미널(강남 고속버스터미널)

- 대상면적 : 승차 대기공간, 매표공간을 포함한 대기공간 면적
- 조사시간 : 최다승차시간대
- 조사방법 : 최다승차대기인원(매표데이터의 승차인원 고려, 마중·휴식 등 버스 미이용 대기인원 동영상 촬영), 상업시설 등 입출구별 통과 보행량(계단/에스컬레이터/통로 포함, 동영상 촬영)

○ 조사는 2인 1조로 구성하여 영상촬영조사와 수기작성조사를 나누어 실시하였으며, 5/8(월)~5/9(화), 5/20(토)에 진행하였음

<표 2-5> 혼잡교통시설 현장조사 일정

구분		A조	B조
5/8(월)	08:00~09:00	영상촬영조사(서울역버스환승센터)	
	09:00~12:00	교통시설조사(서울역버스환승센터)	
	12:00~13:00	중식	
	13:00~15:00	영상촬영 데이터 코딩	
	15:00~18:00	교통시설조사(잠실광역환승센터)	
	18:00~19:00	영상촬영조사(잠실광역환승센터)	
5/9(화)	08:00~09:00	영상촬영조사(판교역 서편)	영상촬영조사(구로디지털단지역)
	09:00~12:00	교통시설조사(판교역 서편)	교통시설조사(구로디지털단지역)
	12:00~13:00	중식	
	13:00~15:00	영상촬영 데이터 코딩	
	15:00~18:00	교통시설조사(구로디지털단지역)	교통시설조사(사당역4번출구)
	18:00~19:00	영상촬영조사(구로디지털단지역)	영상촬영조사(사당역4번출구)
5/20(토)	15:00~16:00	교통시설조사(서울고속버스터미널)	
	16:00~17:00	사진촬영조사(서울고속버스터미널)	

2.2.3 현장조사 결과

가. 중앙 버스정류소

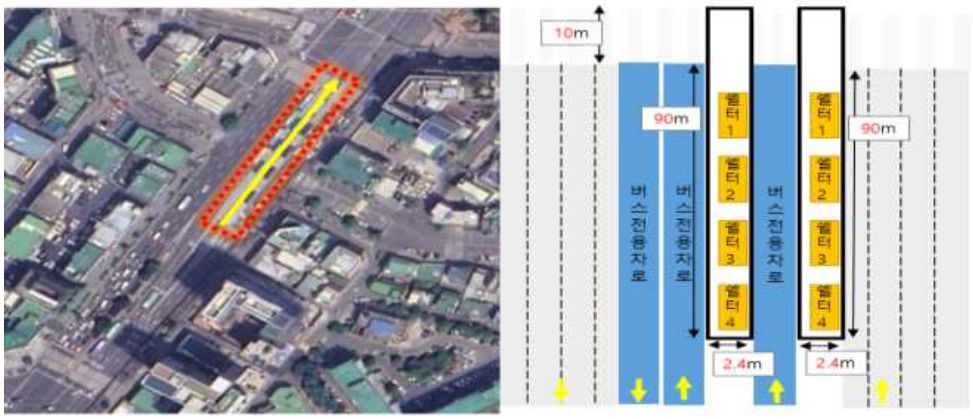
○ 구로디지털단지역(오전첨두) 조사결과 시간당 승차는 548명, 하차는 2,429명이었음

○ 노선별로 2개의 중앙섬으로 나누어 승하차하고, 각 승강장의 노선은 다음과 같음

<표 2-6> 구로디지털단지역 승강장 운행노선 정보

승강장명	운행노선	승강장명	운행노선
구로디지털단지역(중)(21001)	150, 505, 507, 5531, 5536, 5616, 5620, 5623, 5625, 5633, 5634, 5713, 6512, 5, 900, 5609, N51	구로디지털단지역(중)(21002)	5616, 5617, 5621, 5627, 6635, 1, 51, 5602, 금천03, 금천06, 금천07

○ 승강장의 폭은 2.4m, 길이는 약 90m이며, 최대 대기인원은 약 70명임



<그림 2-8> 구로디지털단지역 승강장(상행)

○ 인근 구로디지털단지역 교차로의 통과보행량이 매우 많으며, 횡단보도보다 넓게 통행하여 사고위험이 있는 것으로 조사됨

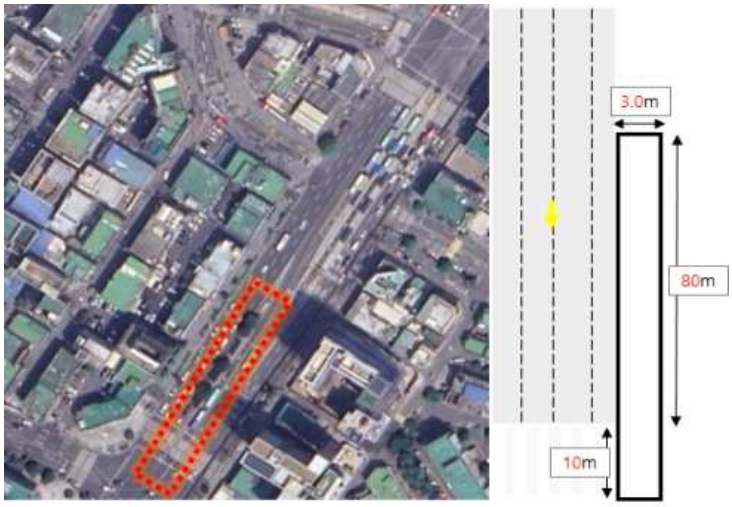
<그림 2-9> 구로디지털역 인근 교차로 보행 모습

○ 또한 하차 이후 교차로 횡단보행량이 몰려 사고위험이 발생하고, 교통섬 내 보행밀도 급증으로 일부 보행자 버스통행도로로 진입하는 현상 발생

<그림 2-10> 구로디지털단지역 횡단보행 모습

○ 구로디지털단지역(오후첨두)의 경우 평일 평균 시간당 승차는 1,339명, 하차 277명임

○ 승강장에 단일 횡단보도를 설치하여 횡단보도에 집중현상 발생



<그림 2-11> 구로디지털단지역 승강장(하행)

<그림 2-12> 구로디지털단지역 승강장 단일 횡단보도

○ 최대대기인원은 78명, 평균 버스 도착량은 24대/15분이며, 승강장 진출입을 단일 횡단보도로 하여 보행신호시마다 승강장 진입부에 보행 혼잡 발생

○ 승강장 진입부에 대기인원이 혼잡하여 버스 통행도로로 보행하는 경우 다수 발생

○ 버스를 타기 위해 횡단보도가 없는 승강장 안쪽에서 무단횡단하여 무리하게 승차하는 경우 발생

○ 승강장 안쪽에서 대기하고 있던 이용자가 승강장 앞쪽에 정차한 버스 탑승 시에는 혼잡으로 인해 무리하게 차도로 보행하여 승차

<그림 2-13> 구로디지털단지역 보행특성

○ 서울역 버스환승센터의 경우 5개 승강장으로 분리하여 운행하고 있음

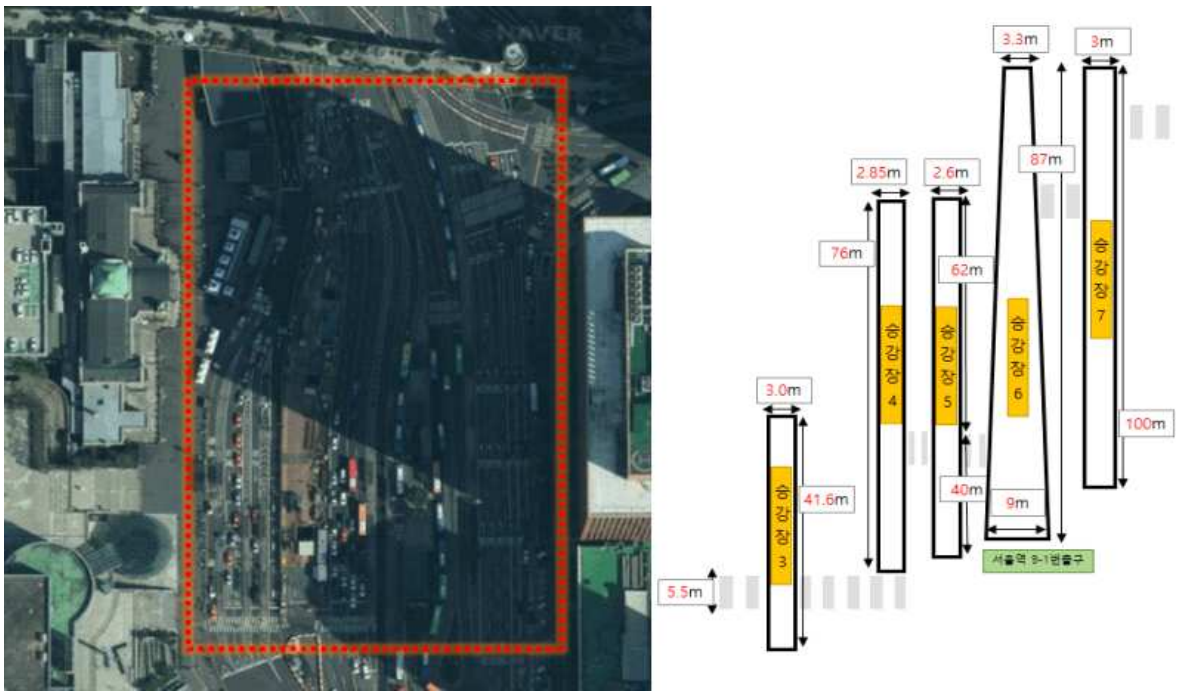
<표 2-7> 서울역 버스환승센터 승강장 운행노선 정보

승강장명	운행노선	승강장명	운행노선
서울역버스환승센터 (3번승강장)	1711, 7016, 6001, TOUR01, N6001, N6002	서울역버스환승센터 (4번승강장)	100, 150, 151, 152, 162, 202, 421, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 742, 750A, 750B, 752, N15, N75
서울역버스환승센터 (5번승강장)	104 401, 402, 406,463, 604, 701, 7011, 7013A, 7013B, 1101, 1150, 3201, 4103, 5000A, 5000B, 5005, 5007, 5500-2, 8100, 9000, 9003, 9007, 9200, 9300, 9401, N16, N30	서울역버스환승센터 (6번승강장)	103, 173, 201, 261, 262, 603, 701, 702A서오릉, 702B용두초교, 704, 708, 7017, 7021, 7022, 7024, 1102, 4108, 8800, 9301, M4108, M4130, M4137, M5107, M5115, M5121, TOUR11
서울역버스환승센터. 강우규의터 (7번승강장)	100, 150, 151, 152, 162, 500, 501, 502, 504, 506, 1711, 7016, N15, N75	-	

○ 평일평균 시간당 승차는 1,705명, 하차 1,863명이나 노선별로 승강장이 분리되어 혼잡이 어느 정도 분산되는 것으로 나타남

○ 승강장의 폭은 2.85m부터 3.3m까지이며, 지하철 출구가 있는 경우 9m로 설치된 구간도 있었음

○ 승강장 길이는 41.6m부터 100m까지 승강장마다 차이가 있었고, 도식화하면 다음과 같음



<그림 2-14> 서울역 버스환승센터 승강장

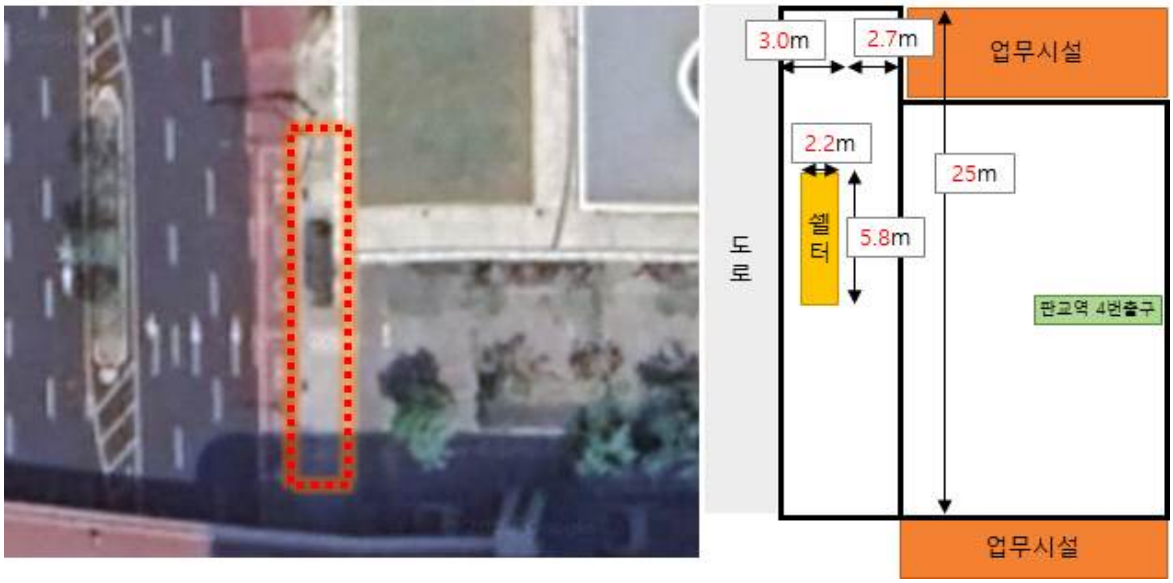
○ 그러나 승강장간 사이의 횡단보도 길이가 작아 버스 하차 후 빨리 건너가기 위해 무단횡단하는 사람이 다수 존재하였음

<그림 2-15> 서울역 버스환승센터 보행특성

나. 가로변 버스정류소

○ 판교역 서편의 경우 평일 평균 시간당 승차는 1,639명, 하차 56명임

○ 정류장 주변에 상업시설 없이 소광장이 조성되어 대기공간 및 보행통로는 확보됨



<그림 2-16> 판교역 서편 승강장

○ 대기공간은 충분히 확보되어 있으나 대부분의 이용자는 쉘터 안쪽에서 대기하고, 정해진 줄이 없어 밀집도는 높았음

○ 또한 버스를 빨리 타기 위해 차도에 내려와서 대기하는 경우 발생

<그림 2-17> 판교역 서편 보행특성

○ 사당역 4번출구의 평일 평균 시간당 이용량은 승차는 1,515명, 하차 47명이고, 노선별로 3개 승강장으로 구분하여 승하차

<그림 2-18> 사당역 4번출구 승강장

○ 수원방향 노선 승차대기행렬과 보행량간 상충이 다수 발생

○ 바닥에 승차대기 안내선이 있음에도 잘 지켜지지 않고 1줄로 길게 늘어져서 대기

○ 보행자, 전동킥보드, 오토바이 등이 혼재하여 혼잡이 발생

○ 버스쉘터 내에서 이동하기 위해 도로로 내려가서 이동하는 경우 발생

<그림 2-19> 사당역 4번출구 보행특성

다. 광역환승센터(지하형)

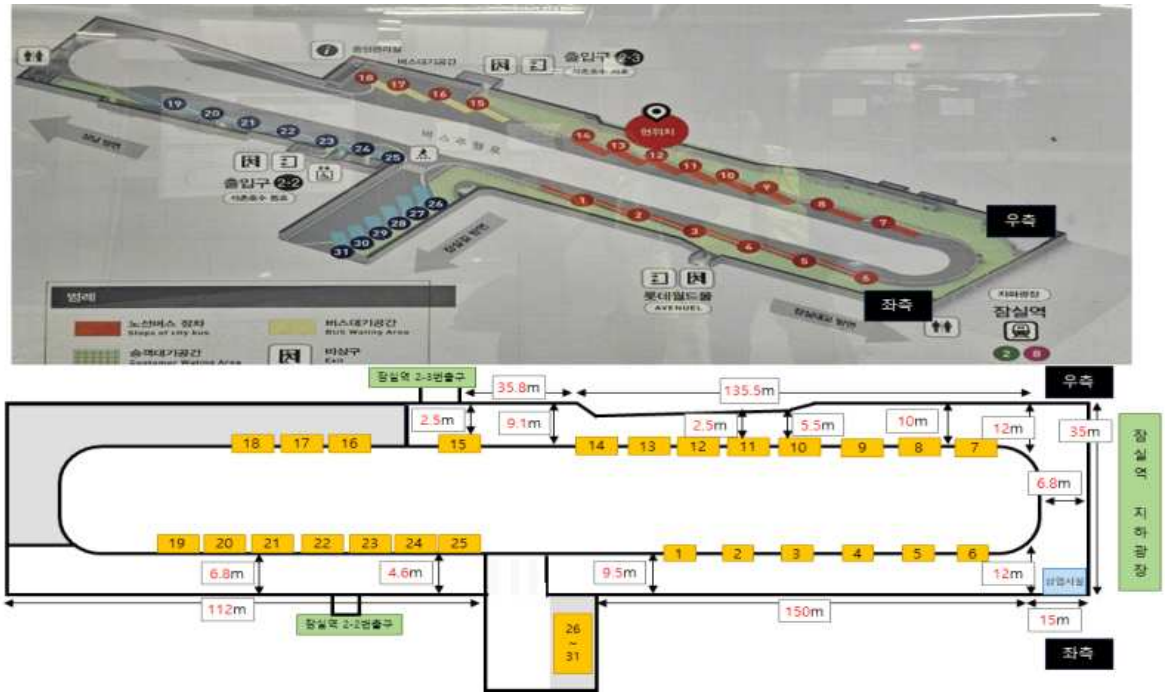
○ 잠실 광역환승센터는 20개 승강장에 31개 노선이 운행되고 있음

<표 2-8> 잠실 광역환승센터 승강장 운행노선 정보

좌측방향 승강장	운행노선	우측방향 승강장	운행노선	
19	-	중앙관리실		진출입로
20	-			
21	(구리) 1680/G1690	18	-	
22	(의정부) G6000/G6100	17	-	
23	(화성) G6009	16	-	
24	(이천) G2100, (양평) G9311	15	(양주) G1300	
25	(포천) 3006	14	(수원) 1007	
횡단보도		13	(하남) 31	
1	(하남) 9302	12	(광주) 32, (성남) 101	
2	(남양주) 1003/ M2353	11	(광주) 500-1	
3	(남양주) M2352/M2323/1000-1	10	(수원) 1009/M5342	
4	(남양주) 1000/1200	9	(구리) 1115-6	
5	(남양주) M2316	8	(남양주) 1001/M2344	
6	(남양주) 8002/M2341	7	(남양주) 8012	

자료 : 2022년 대중교통 현황조사

○ 평일 평균 시간당 승차는 3,700명, 하차는 1,004명이고, 넓은 공간에 비해 출입구 개수가 적음



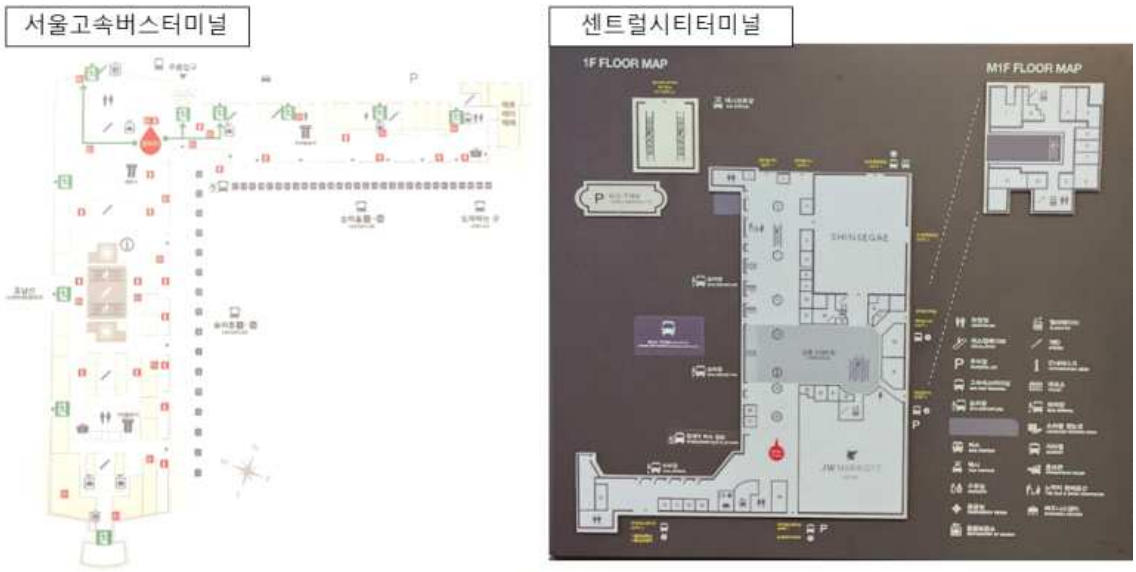
<그림 2-20> 잠실 광역환승센터 승강장

○ 각 승강장마다 2열 또는 3열로 대기하고, 보행자는 대기열과 벽면 사이 공간으로 통행

<그림 2-21> 잠실 광역환승센터 보행특성

라. 버스터미널

○ 서울고속버스터미널은 호남선, 영동선, 경부선을 운행하며, 상업시설이 혼재되어 있음



<그림 2-22> 서울고속버스터미널 시설안내도

○ 각 게이트 출입구를 통과하여 터미널 외부공간에서 버스를 탑승

○ 백화점, 지하상가 등 상업시설과 지하철 3호선, 7호선, 9호선과 연결되어 유동인구가 많음

<그림 2-23> 서울고속버스터미널 시설특성

○ 통로에 고정식 의자가 배치되어 유고시 장애물로 작용할 가능성 있음

○ 터미널 내에서 대기하다 버스시간에 맞춰 해당 게이트 앞에서 탑승준비하는 것이 주요 보행행태임

<그림 2-24> 서울고속버스터미널 보행특성

III

기존 사례조사

3.1 국내와 교통시설 혼잡관리 관련 지침

3.2 교통시설 혼잡도 관련 연구

제3장 기존 사례조사

3.1 국내·외 교통시설 혼잡관리 관련 지침

3.1.1 Crowd Management(International Association Chief's of Police, 2019)

가. 목적

○ IACP(International Association Chief's of Police)법에 의해 수집된 군중관리에 관한 정책 수립을 위한 목적으로 IACP 법 집행센터에서 작성함

○ 이 문서는 모델 정책에 대한 개발 철학과 실행 요건에 대한 이해 증진을 위해 작성됨

나. 배경

○ 경찰 등이 집회, 군중행사 등에 대응하는 경우 관련자의 생명, 권리 및 안전을 보호하기 위해 설계된 절차를 따라야 함

○ 시위나 축제행사 등에서 군중들의 안전관리 정책과 기술은 많은 변화를 겪어왔음

○ 군중통제 및 관리 정책, 절차 및 기술은 관할 구역마다 다소 차이가 있어야 하며, 이 문서는 그러한 다양한 차이를 모두 포함하지 않고 일반적인 공통 원칙을 제공하고자 함

다. 군중관리 계획

○ 보고체계와 책임에 대한 규정

○ 잠재적 요구사항에 대한 수행인력

○ 해당되는 경우 법률 자문단을 포함한 이벤트(행사) 리더와의 연락

○ 소방 및 EMS(Emergency System)를 포함한 외부기관과의 연락

○ 통신계획 또는 미디어에 정보를 공개하는 계획

○ 기상 보고서 및 이벤트 위치의 지형 설명

○ 인력수송, 구호 체계

○ 주변 교통관리 계획

3.1.2 The station crowding(New South Wales audit Offcie, 2020)

가. 배경 및 목적

○ 호주 시드니 지하철의 이용자가 계속 증가되어 환승 및 대기하는 이용자들로 지하철역사 혼잡이 점점 가중되고 있음

- 철도네트워크의 현재 수용능력 한계를 초과 (2017년 철도기관 감사에서 정시성 한계)

- 혼잡으로 인한 이동 억제와 시민불편 초래

- 혼잡으로 인한 고객 건강과 안전에 대한 위험 증가

○ 지하철 운영기관의 혼잡관리를 통한 안전 및 이동편의 확보

나. 시드니 트리인사(운영사)의 주요 문제점

○ 지하철 역사의 혼잡을 주요 위험요인으로 인식하고 있으나, 혼잡을 관리하기 위한 구체적 전략은 가지고 있지 않음

○ 시드니 지하철의 혼잡에 대한 대응은 플랫폼이나 역사에 접근하지 못하도록 제한하는 것으로 고객 만족도가 저하되고 고객의 이동시간이 증가되는 불만 가중

○ 시드니 트레인사는 역사 혼잡관리가 고객 이동시간에 미치는 영향 등 직접적 평가는 미수행

○ 시드니 트레인사는 역 혼잡관리에 대한 책임을 지역 역 관리자에게 위임하고 있으나, 역의 혼잡관리 계획에 대한 충분한 감독권을 가지고 있지 않음

○ 시드니 트레인사는 혼잡이 경미한 안전사고에 영향을 미쳤는지 여부를 확인하는 정기적인 프로세스를 가지고 있지 않음

다. 혼잡관리를 위한 관리자 개선권고 사항

○ 지하철역사에서 군중 관리 대책(개입)에 대한 정보를 체계적으로 수집하고, 이러한 대책(개입)의 영향을 평가함

○ 관리직원은 혼잡이 안전사고 발생 및 거의 사고가 날 뻔한 상황 발생에 영향을 미쳤는지 평가하는 절차를 마련하고 코드화함

○ 고객관리 계획을 위한 정책 개발

- 고객관리 계획이 필요한 역사를 식별하기 위한 프로세스

- 고객관리 계획의 필수 요소

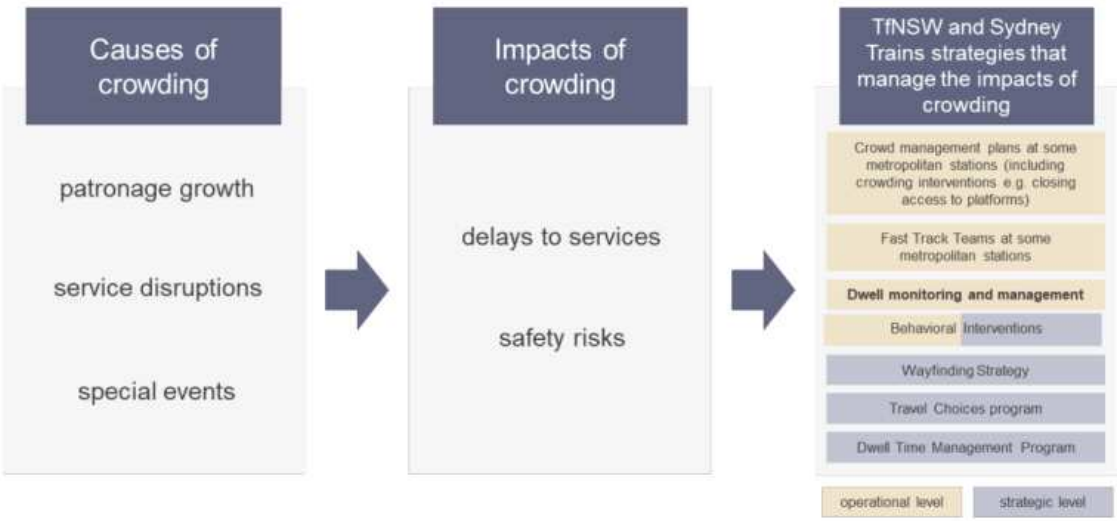
- 고객관리 계획의 검토 및 승인을 위한 요구사항

○ 이동수단을 결정하는 프로그램이 오전 오후 피크시간대에 대중교통 이용을 분산하는데 미치는 영향과 역 혼잡에 미치는 영향을 평가함

○ 역사 혼잡에 대한 직접적인 성능 척도를 개발하고 성능을 측정하기 위한 데이터 수집

라. 시드니 트레인사의 혼잡관리 체계

○ 시드니 트레인사는 혼잡의 원인을 파악한 후, 혼잡으로 인한 정체 및 위험도에 대한 영향분석을 실시하고, 혼잡에 영향을 미치는 요인을 관리하는 전략을 수립하는 체계를 권고함

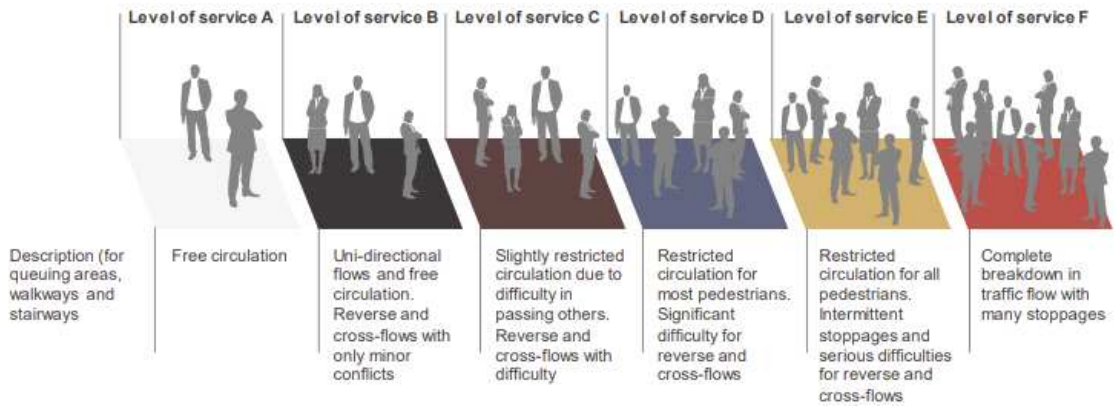


자료 : The station crowding(New south wales audit office, 2019)

<그림 3-1> 혼잡관리 체계 사례(시드니)

마. 시드니 트레인사의 혼잡관리 사례

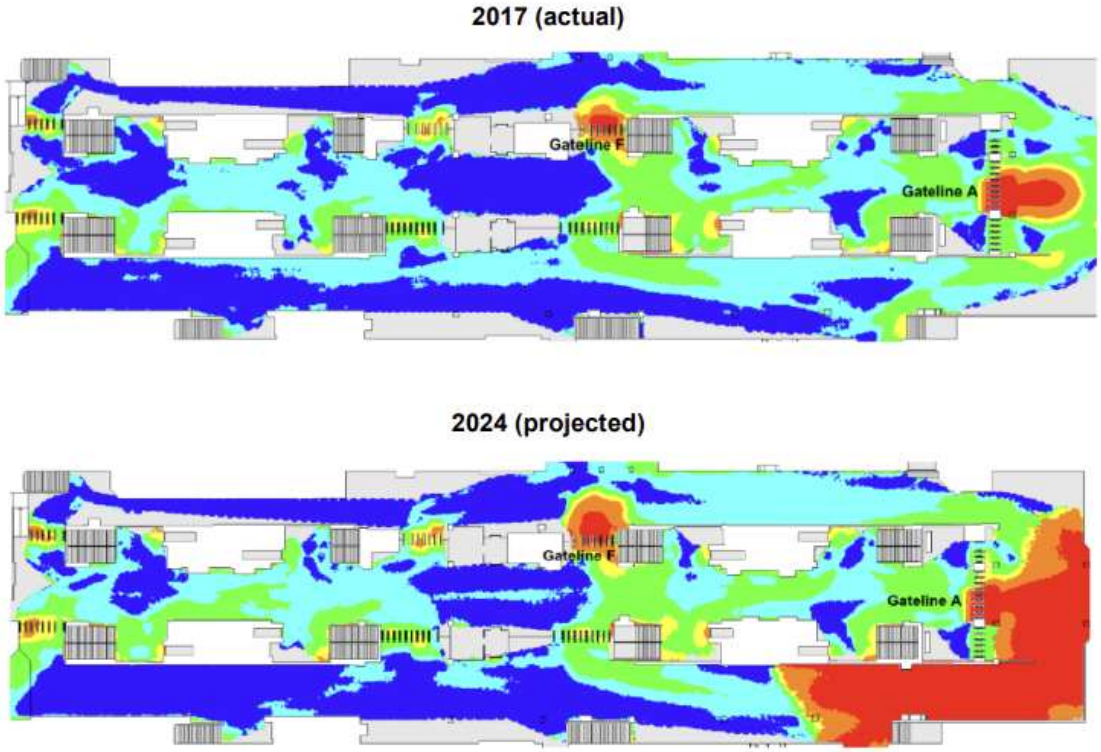
○ 혼잡도 등급에 대한 분류 기준을 아래 그림과 같음



자료 : Transport for NSW, The station crowding(New south wales audit office, 2019)

<그림 3-2> 혼잡도 등급 분류 사례

○ 지하철 역사 내 보행자들에 대한 이용행태에 따른 혼잡도 히트맵은 아래 그림과 같음

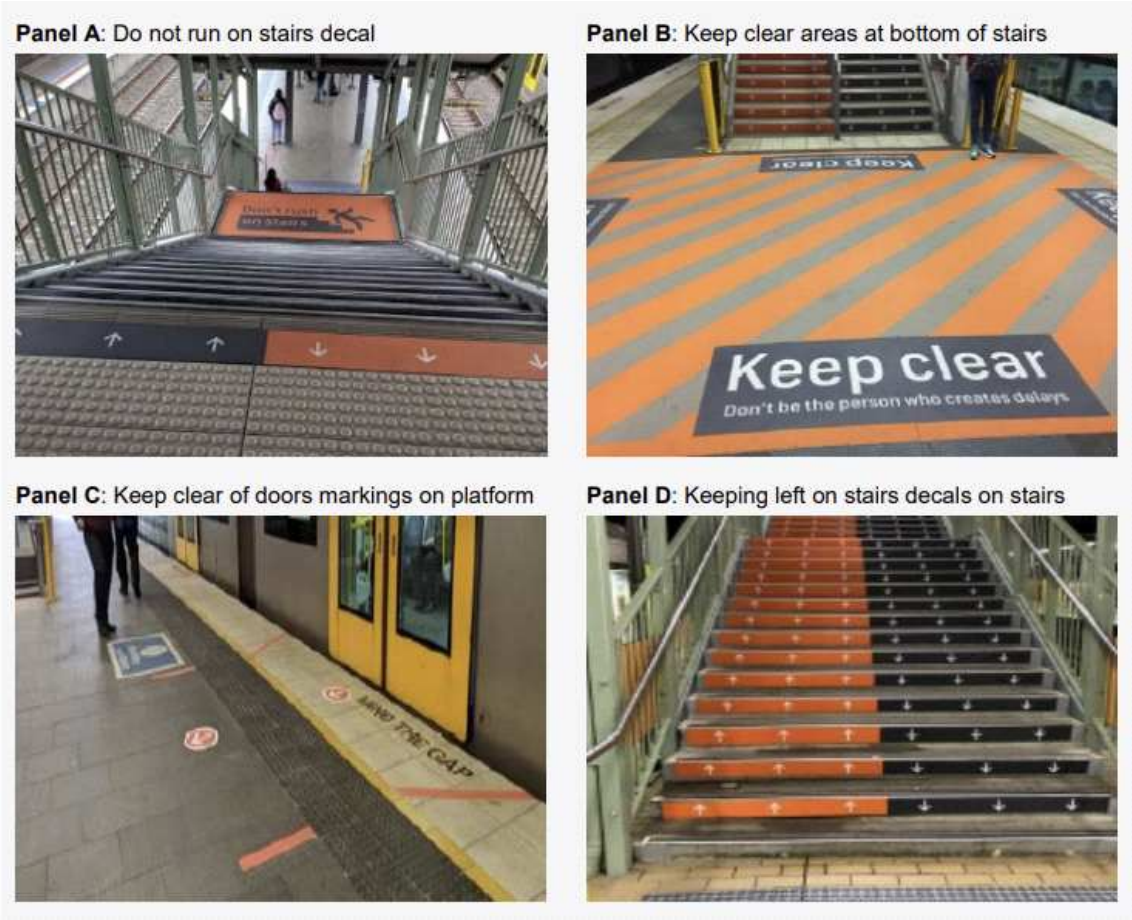


자료 : Transport for NSW, The station crowding(New south wales audit office, 2019)

<그림 3-3> 혼잡도 히트맵 분석사례

○ 지하철 역사 내 혼잡도 완화를 위한 이용자 행태 변화를 위한 대책들은 아래 그림과 같음

- 계단에서 “뛰지 마시오” 노면표시 및 그림 설치
- 계단 최하단부는 넘어짐 등을 방지하기 위해 Keep Clear (공간확보) 필요
- 플랫폼 안에 승차공간에서도 Keep Clear (공간확보) 유지
- 계단에서 좌측통행하도록 색깔 구분 노면표시와 진행방향 화살표 표시



자료 : Transport for NSW, The station crowding(New south wales audit office, 2019)

<그림 3-4> 혼잡도 완화 대책 사례

3.1.3 「고속철도 대형사고」 현장조치 행동매뉴얼(㈜에스알(SR), 2020)

가. 배경 및 목적

○ 이 매뉴얼은 「재난 및 안전관리 기본법」, 국가위기 「관리기본지침(대토령훈령 제388호)」 및 「고속철도 대형사고 위기대응 표준·실무매뉴얼」에 따라 고속열차 대형사고 발생 시 ㈜에스알(SR)이 적용할 세부 대응절차 및 제반 행동조치사항 등을 규정한 것임

나. 적용범위

○ 고속철도 운행과 관련하여 발생한 탈선·충돌·화재·폭발·침수 등 철도사고로 인명·재산피해가 발생하고, 열차운행이 중단되어 ㈜에스알(SR) 및 유관기관의 협조체계가 필요한 재난 상황에 적용

다. 위기경보 발령기준 및 재난대응 판단기준

○ 상황 판단팀의 설치로 철도 운행과 관련하여 위기상황 발생 또는 예상되는 경우, 위험수준을 평가하고 위기경보 발령을 위해 운영센터 재난안전상황실에 「위기징후 상황판단회의」를 설치·운영한다.

<표 3-1> 고속철도 위기경보 단계별 기준 및 대응조직 사례

구분	판단기준	대응조직
관 심 (Blue)	- 철도차량 고장, 철도시설 장애 등 위기징후 활동이 비교적 활발하여 충돌 탈선, 화재, 폭발 등의 위기로 발전할 수 있는 경향이 나타나는 상태	- 근무형태 : 평상시와 동일근무 시행 / 근무인원 : 7명 - 책 임 자 : 재난안전상황실장(운영센터장)
주 의 (Yellow)	- 고속열차사고 관련 위기징후 활동이 비교적 활발, 위기로 발전할 수 있는 경향이 나타나는 상태	- 근무형태 : 비상대응반 운영 / 근무인원 : 11명 - 책 임 자 : 비상대응반장(안전환경처장)
경 계 (Orange)	- 고속열차 운행 중 사고가 발생하여 대형사고 가능성이 농후할 때	- 근무형태 : 비상대책본부 운영 / 근무인원 : 20명 - 책 임 자 : 비상대책본부장(안전본부장)
심 각 (Red)	- 고속열차가 운행 중 충돌, 탈선, 화재, 폭발 사고로 5명 이상의 사망자가 발생하거나 24시간 이상의 열차운행 중단이 예상되는 경우 - 기타 사고로 사회적 물의가 크게 예상되는 경우	- 근무형태 : 지역사고수습본부 운영 / 근무인원 : 全 직원 - 책 임 자 : 지역사고수습본부장(대표이사)

○ 재난대응 판단기준 및 대응지침 주요내용은 아래 표와 같음

<표 3-2> 고속철도 재난대응 단계제시 사례

구분	판단기준	대응지침	위기경보
징후 감지	- 철도차량 고장, 철도시설 장애 등 충돌, 탈선, 화재, 침수 등의 위기로 발전할 수 있는 경향이 나타나는 상태	- 위기상황 접수 및 보고/전파 - 사고예방 및 재발방지 활동 - (필요시) 비상기구 운영	관심 주의
초기 대응	- 철도사고 발생 직후부터 상황접수, 초기대응 실시 - 상황판단회의를 통해 비상기구 설치여부를 결정하기까지 단계	- 추가사고 방지를 위한 안전 조치 - 112, 119 긴급지원 요청 - 신속한 상황 보고·전파	경계 심각
비상 대응	- 비상기구 설치 및 운영을 통한 본격 재난대응 단계	- 승객대피 유도 등 인명 구조·구급 최우선 지원 - 비상수송대책 시행 등 철도이용자 불편 최소화 조치 - 사고피해자 적극 지원	경계 심각
수습 복구	- 긴급구조구급이 완료된 후 본격적인 수습복구 시행 하는 단계	- 비상수송대책 시행 등 철도이용자 불편 최소화 조치 - 사고피해자 적극 지원 - 신속한 수습·복구 및 열차운행 재개	경계 심각

3.1.4 공단 재난사고 초기대응 매뉴얼(서울시설공단 안전처, 2019)

가. 배경 및 목적

○ 중대 재난사고 발생시 市 재난관리 체제하에 공단이 편입된 초기의 대응방법 등을 구체화하여 신속한 지휘체계를 기동함으로써 피해확산 방지 및 조기수습 도모

나. 적용범위

○ 서울시 내 다수의 사상자가 발생하였거나 물적 피해가 큰 재난 및 사고

다. 단계별 대응내용

<표 3-3> 위기경보 단계별 기준 및 대응조직

상황단계	조치내용	소관
재난사고 발생	- 상황 전달	안전처, 당직실
재난사고 신고(보고)	- 상황 신고 접수	市 재난안전상황실
상황파악 및 전파	- 市 SNS 대응방 가동 요청 - 사고 현장출동 - 공단SNS 대응방 가동 - 상황전파 - 재난상황 확대시 → 서울안전통합상황실에 공단 직원 파견 - 공단 재난안전대책본부 상황실 운영 - 이사장 현장출동 여부 결정	공단 안전처
초기 현장대응	- 현장출동 초동조치, 피해규모 파악 - 긴급 복구지원(인력/장비) 동원 및 응원요청 - 피해자·유가족 지원팀 운영 협조 - 市현장통합지휘본부 설치 운영	공단 재난발생부서 안전처 인사노무처 재난발생부서장
현장이동 및 피해상황 확인 지원	- 이사장 신속한 현장이동 - 시장 현장방문 안내 - 시장 발표 메시지 작성 지원 - 정확한 현장확인 - 피해자 위로 지원 - 시민 피해규모 파악 지원	총무처 재난발생부서 홍보마케팅실 재난발생부서 인사노무처 인사노무처
대외발표 및 시민소통 지원	- 현장 대외발표 준비 지원 - 최초발표 참석 및 후속발표 지원	홍보마케팅실 이사장 배석
후속조치 지원	- 대책회의 참석 - 현장조치 행동메뉴얼에 따른 임무수행	이사장 참석 재난발생부서

3.1.5 다중이용시설 위기상황 매뉴얼 표준안(행정안전부, 2021)

가. 배경 및 목적

○ 본 매뉴얼은 시설물의 각종 위기상황발생 시 인명 및 재산 피해를 최소화하기 위하여, 소방서 등 긴급 구조기관에 현장 지휘권을 인계하기 전까지 시설 자체적으로 중점 대처해야 할 사항들을 중심으로 작성된 것임

나. 적용범위

○ 「건축법 시행령」 제2조 제17호 가목에 의한 다중이용건축물

다. 위기상황 판단 기준

<표 3-4> 위기상황 판단 기준표

위기단계		위기상황(판단기준)	활 동
평상시(예방/대비)		- 평상시 업무수행	- 안전점검, 교육·훈련, 매뉴얼 정비, 자재 및 장비 비축, 상황감시, 안내방송 멘트 점검 등 예방 대비 활동
대응단계	**초동**	- 자체 수습 가능	- 대피유도 및 상황전파, 자체 초동대응 등
	총력	- 자체 수습 불가	- 자체대응 및 유관기관 합동대응 등
복구단계		- 위기상황 종류 후 복구	- 응급복구 및 피해지역 방역 - 원인파악 및 피해상황 집계 - 인명피해 대책 및 재발방지대책 수립 - 시설물(전기, 통신, 가스 등) 복구계획 수립

라. 위기단계별 조직 및 임무

<표 3-5> 조직구성 및 임무

위기단계		임무내용	담당조직	
평상시(예방/대비)		- 예방대비활동 : 안전점검, 교육·훈련, 매뉴얼 정비, 자재 및 장비 비축, 상황감시, 안내방송 멘트 점검 등	방재팀	
대응단계	**초동**	- 상황전파(신고 및 방재팀 연락 - 대피유도 자체 초동대응 등	위기상황 최초 발견자	
		- 고객 대피방송, 초동대응(인력·장비)보강 - 총력단계 진입여부 판단 및 보고 등	방재팀·현장대응반	
	총력	- 비상대피로 확보 - 층별 대피유도 실시 - 재해약자 우선대피 등	대피유도반	위기상황지휘본부
		- 위기 확산 지연 및 위험요소 제거 - 현장접근 통제 - 유관기관 도착 시 안내	현장대응반	
		- 부상자 응급처치 지원 - 응급환자 병원 이송 지원 - 보호자 연락등	의료지원반	
복구단계		- 응급복구 및 피해지역 방역 - 원인파악 및 피해상황 집계 - 인명피해 대책 및 재발방지대책 수립	자체 복구팀	

3.2 교통시설 혼잡도 관련 연구

3.2.1 대규모 광장 집회에서 발생하는 군중의 혼잡 양상에 대한 고찰(하재영, 2017)

가. 배경 및 목적

○ 대규모 군중이 모이는 도심광장은 잠재적 위험요소가 존재함

- 축제, 행진, 쇼핑과 같이 지나친 과밀 공간에서 군중은 공황, 공포, 히스테리와 같은 증상을 겪기도 하며, 군중 간 충돌이 발생하거나 넘어지는 사고가 발생하여 군중안전에 위협이 됨

- 특히, 이러한 위험요소는 행사 중 군중의 보행과정에서 빈번히 발생하며, 군중의 흐름이 교차, 역류하는 지점 혹은 군중의 밀도가 높은 지점에서 발생함

○ 군중관리를 위해 잠재적인 위협요소를 평가하고 예방하기 위해 군중의 움직임을 시뮬레이션하는 군중모델링과 이벤트 상황에서 실제 군중의 움직임을 관측하는 기술인 데이터 마이닝이 사용됨

○ 그러나, 시뮬레이션이 비용적, 인력적 한계가 존재하여, 본 연구에서는 도시의 물리적 환경이 혼잡구간에 미치는 영향관계를 밝혀내는 것을 목적으로 함

나. 분석방법

○ 분석방법은 인터뷰와 직접관찰법을 통해 군중의 광역적 움직임을 분석하고, 광장 내 군중의 밀도 측정함

다. 분석결과

○ 광장 내 혼잡구간은 군중의 상태에 따라 영향을 미치는 요인에 차이가 있음을 확인함

- 정적인 공간의 경우 교통시설, 1층부 건물이용형태, 광장형태, 설치 시설물 등과 같은 도시 물리적 환경요소가 혼잡함을 유발함

- 동적인 공간의 경우 스크린, 전자시설, 서명운동, 이벤트시설 등과 같은 목적성 요인에 영향을 많이 받는 것으로 나타남

- 이러한 혼잡구간은 이용 대중교통 및 보행경로, 주변의 상업시설, 행진 경로와 같은 군중의 광역적 움직임에 그 원인이 있는 것으로 나타남

○ 향후 발생할 이벤트 공간에서는 도시 물리적 환경분석을 통해 혼잡구간을 예측하고, 군중의 과도한 혼잡을 방지할 수 있도록 행사와 관련된 시설을 적절하게 분산시킬 것을 제안함

3.2.2 행위자 기반 모델을 활용한 인구과밀 및 병목현상의 위험성 분석(최문기, 2022)

가. 배경 및 목적

○ 인구과밀, 병목현상으로 인한 군중 충돌 문제의 위험성은 꾸준히 제기되어 왔으며, 발생빈도가 지속적으로 증가하였음

○ 이러한 군중 충돌문제 해결을 위해 모의 실험 또는 시뮬레이션 연구가 활발히 진행됨

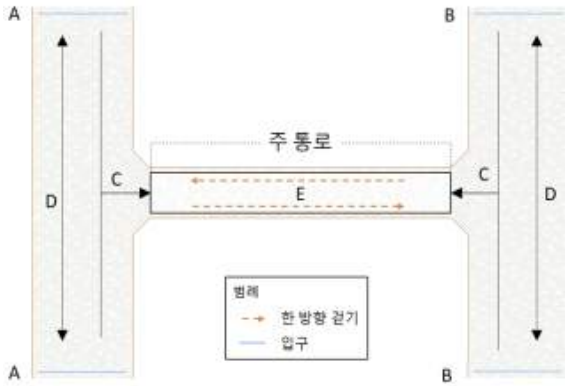
- 병목현상 발생시 시간별 인구밀도 변화 연구
- 입출구 부근 인구 유동의 공간적 패턴 변화 연구
- 공간구조 및 장애물이 인구 유동에 미치는 영향

○ 그러나, 대규모 군중 시뮬레이션을 통한 공간구조, 인구수 등 다양한 요인들이 인구과밀 및 군중 충돌 위험에 미치는 영향을 정량화한 연구는 찾아보기 어려움

○ 따라서, 본 연구는 유동인구수, 그룹빈도, 도로의 폭 등 다양한 요인들의 변화가 인구과밀의 위험성에 어떤 영향을 주는지 분석하고, 위험개선을 위한 효과적인 방안 제시를 목적으로 함

나. 연구방법

○ 좁은 골목길을 시뮬레이션 환경으로 설정하였으며, 유동인구, 도로폭, 도로길이 등을 변수로 하는 시나리오를 구성함



시나리오		조절 파라미터	범위	단위
1	가상 공간 (15분)	통로 유동 인구	4,000, 8,000, 12,000	명/시간
		주변 유동 인구	4,000, 8,000, 12,000	
		그룹 수	50, 70, 100	%
2		우측 통행	시행 / 미시행	-
		도로 폭	3, 4, 5	m
		도로 길이	20, 30, 40	
3	이태원 (1시간)	도로 폭	가벽 유지 / 가벽 제거	-
		우측 통행	시행 / 미시행	-

자료 : 행위자 기반 모델을 활용한 인구과밀 및 병목현상의 위험성 분석(최문기, 2022)

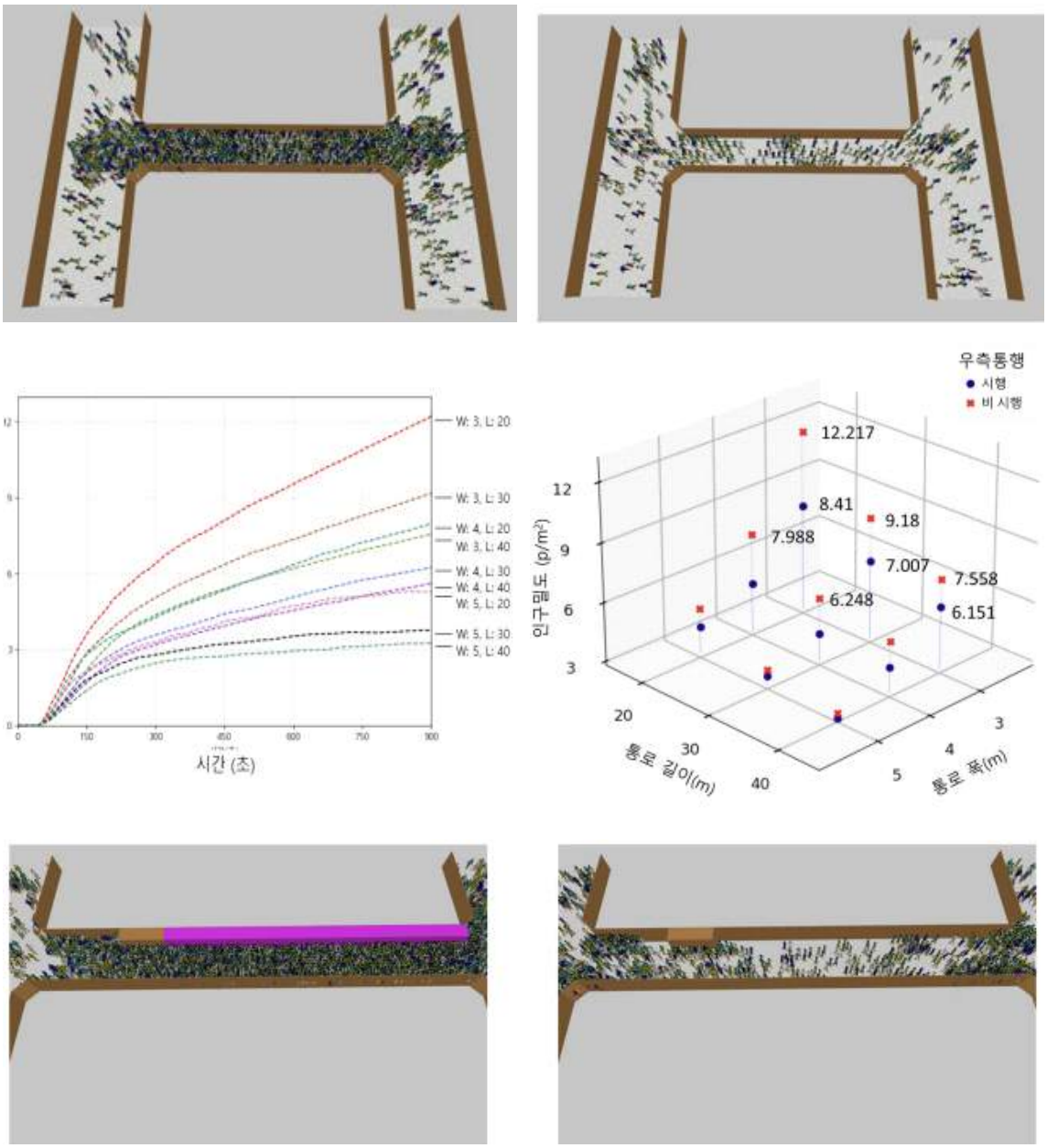
<그림 3-5> 시뮬레이션 환경 및 시나리오 사례(최문기 연구)

다. 연구결과

○ 보행자 유동 현상 측면에서 통로를 지나려는 인구수가 주변 유동 인구, 그룹빈도 변화에 비해 연구지역의 인구밀도 증가에 큰 영향을 주는 것으로 나타남

○ 공간 환경적 요소는 통로 폭이 통로 길이보다 더 큰 요인으로 작용함

○ 이태원 참사 추정분석 결과는 통로상의 가벽 철거 및 우측통행이 시행되었을 경우, 인구밀도가 위험수준인 6명/m^2를 넘지 않는 것으로 나타남



자료 : 행위자 기반 모델을 활용한 인구과밀 및 병목현상의 위험성 분석(최문기, 2022)

<그림 3-6> 시뮬레이션 분석사례(최문기 연구)

3.2.3 광역버스 정류소 혼잡해소 방안(조웅래, 2014)

가. 배경 및 목적

○ 세월호 사고를 계기로 광역버스의 고속도로 입석 운행을 중단시키는 정책을 시행함

○ 이에 따라 광역버스 운행대수를 증가시키게 되고 이는 광역버스 정류소의 혼잡을 유발시킬 것으로 예상되므로, 이에 대한 문제점 분석과 개선방안을 제시함

나. 현황분석

○ 광역버스 정류소는 운행버스와 이용객이 많아서 혼잡할 뿐 아니라 대기행렬, 포장마차 등으로 인한 보행공간 협소로 혼잡을 가중시키고 있음

○ 또한, 줄서기 유도시설이 미흡하고, 비가림막 등 시설이 없어 대기 여건이 미흡함

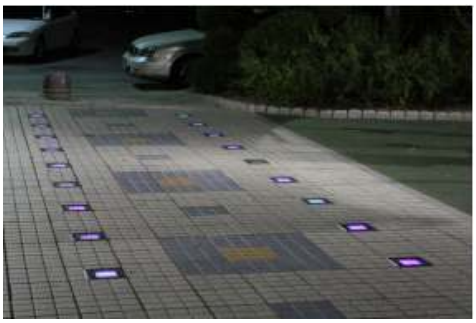
○ 노선 안내표지판이 노면전광블럭으로 교체되기도 하였으나 이용객의 대기줄이 어떤 노선의 대기줄인지 알기 어려운 실정임

다. 혼잡해소 방안

○ 버스의 정확한 정차위치 표시 필요

○ 광역버스 정류소 보도에 노선별로 노면전광블럭을 설치하여 노선번호 확인을 가능토록 하고 전광블럭은 대기공간의 질서 유지에도 도움이 되도록 5-10m 간격으로 보도에 설치

○ 포장마차 등 보도 상에 있는 상업시설을 정리하여 보행공간 및 대기공간의 쾌적성 확보



<그림 3-7> 광역버스 정류소 혼잡완화 시설 설치 사례

3.2.4 시내버스 이용 수요 기반 버스승강장 규모 결정 연구 (강유정, 2021)

가. 연구의 배경

○ 대구시 승강장별 버스 이용객 수에 기초한 승강장 규모 설계 지침이 구축되어 있지 않아 버스 이용객들에게 충분한 대기공간 제공 한계

○ 버스 대기인원 또는 버스 승객 수 별 적정 승강장 규모에 기반한 유형별 분류 및 제시 미흡

○ 비스 승강장 설치 계획 시 인근 지역의 인구 특성에 따른 고려 부족

나. 연구의 목적

○ 대구시 버스 이용 현황에 기반한 버스 승강장 규격 가이드라인 제시

○ 비효율적인 승강장에 대한 해결방안을 제시함으로써 시민들의 버스 이용자 만족도 증진

다. 문제점 분석

○ 버스 이용객은 유사하나, 승강장 규모는 상이한 경우 그 반대의 경우가 발생하여 어떤 정류장은 혼잡하여 이용이 불편하고, 어떤 정류장은 과도하게 정류장이 보행공간을 차지함

<그림 3-8> 대구광역시 버스 승강장 문제점 분석 사례

라. 연구결과

○ 정류장별 하루 평균 승객수(인/일)와 정류장별 시간당 승객수(인/시), 평균대기시간, 첨두시간 가중치로 첨두시 평균 승강장 대기 승객수를 산정함

○ LOS D수준 제공을 위해 대기공간 0.5(m^2/인)가 필요하다고 가정하여 승강장의 적정규모를 산정함

<표 3-6> 승객수별 최적 정류장 규격 산출 결과(강유정, 2021)

순위	승객수(명)	최종가로(m)	규격(m)
1	0 ≤ x ≤ 1,400	0 ≤ y ≤ 4.14	높이 : 2.25 가로 : 4 세로(폭) : 1.0 또는 1.36
2	1,400 ≤ x ≤ 2,073	4.14 ≤ y ≤ 6.25	높이 : 2.25 가로 : 6 세로(폭) : 1.0 또는 1.36
3	2,073 ≤ x ≤ 2,758	6.25 ≤ y ≤ 8.75	높이 : 2.25 가로 : 9 세로(폭) : 1.0 또는 1.36
4	2,758 ≤ x ≤ 3,778	8.75 ≤ y ≤ 11.76	높이 : 2.25 가로 : 12 세로(폭) : 1.0 또는 1.36

Ⅳ

시뮬레이션 분석

4.1 시뮬레이션 개요

4.2 위험도 등급 판단지표 및 영향지표 선정

4.3 시뮬레이션 시나리오 구성 및 실행

4.4 시뮬레이션 결과

제4장 시뮬레이션 분석

4.1 시뮬레이션 개요

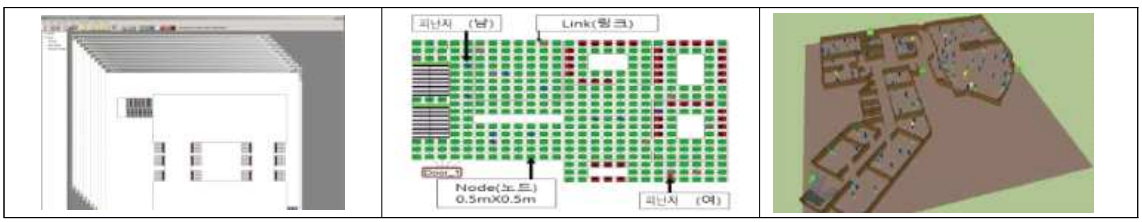
4.1.1 사용 소프트웨어(buildingEXODUS)

○ 영국 그리니치 대학 화재안전공학그룹(FSEG)에서 개발한 피난 해석 시뮬레이션 시스템인 buildingEXODUS를 사용하여 시뮬레이션 수행

○ buildingEXODUS는 대규모 재실자의 피난, 대피 시뮬레이션을 위한 프로그램으로 다양한 건물 형태의 구현이 가능하여 교통시설을 대상으로 한 시뮬레이션에 적합

<표 4-1> 피난 해석 시뮬레이션 소프트웨어 비교

구분	SIMULEX	Pathfinder	buildingEXODUS
공간표현 방법	연속구조	연속구조	격자구조
피난행동 구현방식	절대적 행동방식	고려하지 않음	조건기반/확률기반
이동방식	인구밀도에 따른 계산방식	주변 공간에 따른 계산	포텐셜 계산 방식
결과값 시연 방식	2D view	3D view	2D/3D view
역방향 통행고려	불가능	불가능	가능
피난약자에 대한 고려	가능	불가능	가능
엘리베이터 구현	불가능	가능	가능



<그림 4-1> buildingEXODUS 구동 화면

○ 물리적 속성 뿐 아니라 심리적 속성까지 반영하여 대피시간, 대피경로, 인원 밀도 등을 분석하여 보다 정확한 계획 수립이 가능

<표 4-2> buildingEXODUS 입력가능 주요변수

구분		입력가능 변수
시설 구조 관련		출구수, 계단수, 승강장 면적, 대기공간 면적, 출구너비, 계단너비, 계단 높이, 에스컬레이터 수, 엘리베이터수 등
인적요인	신체적 요인	성별, 나이, 몸무게, 키, 움직임, 걷기속도, 계단 속도 등
	심리적 요인	추진력, 인내심, 반응시간 등
상황조건		재실자수, 밀도

○ 또한 대피시간, 출구별 효율, 시뮬레이션 동안 대기시간 등 다양한 결과를 출력하여 분석에 활용 가능

<표 4-3> buildingEXODUS 출력가능 주요변수

항목	내용
PET (Personal Elapsed Time)	재실자의 시뮬레이션 동안 대피하는 시간
CWT (Cumulative Wait Time)	시뮬레이션 동안 총 대기시간
PEE (Personal Evacuation Efficiency)	대피시간 대비 대기시간에 의한 피난 효율성(1-CWT/PET, 1에 가까울수록 효율성 높음)
OPS (Optimal Performance Statistic)	각 출구의 피난 완료시간에 의한 피난 효율성(0에 가까울수록 효율성 높음)
MNS (Mean Non-flow Statistic)	각 출구에서의 병목으로 인한 지체에 따른 피난효율성(0에 가까울수록 효율성 높음)

4.1.2 시뮬레이션 절차

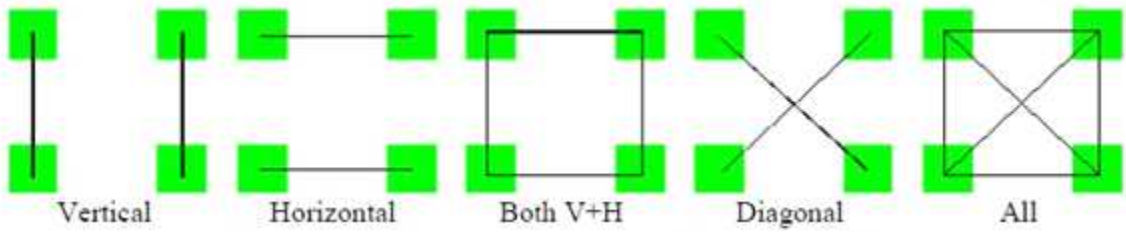
○ buildingEXODUS는 ①Geometry 설정, ②Population 설정, ③Scenario 설정, ④Simulation 수행 4가지 과정을 절차를 걸쳐 수행하게 됨

가. Geometry 설정

○ Geometry는 해당 시설물을 node기반의 2차원 격자로 모델링 하는 과정임

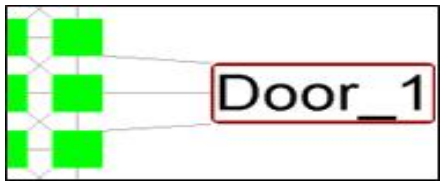
○ 해당시설물의 기하구조와 출구, 장애물, 계단, 엘리베이터 등을 구현하고, 각 node끼리 Arc를 연결하여 이동가능한 구역과 그렇지 않은 구간을 설정

○ 각 node를 연결하는 방식에 따라 다음과 같이 이동가능한 경로를 설정할 수 있음



<그림 4-2> buildingEXODUS node 연결 방법

○ 출구와 인접한 node에는 출구를 연결하여 이용자가 해당 node에 도착한 경우 출구로 대피할 수 있도록 함



<그림 4-3> node에 출구연결

나. Population 설정

○ population은 재실자 수부터 각 개인에 대해 성별, 연령 등 속성을 정의하는 과정임

○ 설정 가능한 속성은 연령, 성별, 체중, 신장, 반응시간, 이동성, 걸음속도 등이 있으며, 전체 인원 중 해당 비율을 설정할 수 있음

○ 설정 가능한 속성을 정리하면 다음과 같음

<표 4-4> Population 설정값

속성	기본값	랜덤설정 시 범위
Gender	Male	Male, Female
Age	25 years	20 - 60 years
Weight	80.0kg	50 – 85 kg
Height	1.80m	154 – 183 cm
Response Time	0.0s	0.0 – 30.0
Mobility	1.0	1.0
Agility	5	3 - 7
Fast Walk Speed	1.5m/s	Random 0.8 - 1.5
Walk Speed	[90% of Fast Walk Speed] 1.35m/s	90% of Fast Walk Speed
Leap Speed	[80% of Fast Walk Speed] 1.20m/s	80% of Fast Walk Speed
Crawl Speed	[20% of Fast Walk Speed] 0.30m/s	20% of Fast Walk Speed
Up-Stair Speed	0.67m/s	see table 2.5
Down-Stair Speed	1.01m/s	see table 2.5
Up-Escalator Speed	0.509m/s	see table 2.5
Down-Escalator Speed	0.583m/s	see table 2.5
RMV	22 l/min	see table 2.8
PID	30	5 - 45
Drive	10	[female]1 – 10 [male] 5 – 15
Patience	1000	0-1000
Target exit	Nearest exit	Nearest Exit
Familiarity	Nearest exit	Nearest Exit
Itinerary	Null	Null
Gene	0	0
Leader	No	No

다. Sceanrio 설정

○ Scenario 설정에서는 사용되지 않는 출구 설정, 이용자 행동특성 등 시뮬레이션 과정에 영향을 미치는 요인을 설정

○ 가장 친숙한 출구로 대피를 하도록 설정하거나 가장 가까운 출구를 이용하도록 설정하는 등 일련의 행동특성을 설정

4.2 위험도 등급 판단 지표 및 영향 지표 선정

4.2.1. 위험도 등급 판단 지표 선정

가. 통신 및 CCTV 영상 데이터 검토

○ 버스정류장, 버스터미널, 지하형 광역환승센터의 CCTV 영상을 활용한 데이터 수집 가능성 검토를 위해 서울교통공사, 서울시 광진구와 회의 진행

○ 검토 결과 아래와 같은 사유로 안전관리 활용이 어려움

- 버스터미널과 지하형 광역환승센터도 치안 관련 시설 내 모니터링을 위해 CCTV가 다수 설치되어 있음을 확인
- 실외 버스정류장의 경우 버스 승하차 상황 중 발생하는 사고현장 촬영과 정류장 인근 불법 주정차 단속을 위해 CCTV 설치를 확대해왔음
- 그러나 여전히 CCTV가 설치되지 않은 정류장도 존재하고, 설치가 되어 있어도 CCTV범위가 혼잡을 확인할 수 있도록 버스정류장 전체를 포함하지 않은 경우가 많음
- 또한 CCTV 영상 수집이 보안과 개인정보 문제가 발생할 수 있으므로 제공이 어렵고, 관련부처 협의와 사회적 공감대가 형성되어야 하는 등 단기적인 관점에서 활용 가능성이 낮음
- 그 외에도 버스운영회사의 노선 이용자 수 추정이 가능한 자료 공개를 회피하려는 성향 등의 이유로 CCTV를 이용한 모니터링은 극심한 혼잡구역에 국한될 수 밖에 없음

○ 이에 센서로 출입인원 수를 감지하여 안전관리에 활용하는 방안을 검토하였으나 기술적 문제로 인해 활용이 어려운 것으로 확인됨

- 현재 레이더 센서를 활용하여 차량 또는 보행자를 검지하는 기술이 구현되어 있으므로 보행자를 검지하는 자체는 가능
- 그러나 혼잡정도를 계산하기 위해서는 검지된 객체에 대한 식별이 가능해야 함
- 식별이 되지 않은 경우 동일한 사람이 중복으로 검지되고 혼잡정도가 과도하게 계산될 가능성이 매우 높음
- 식별을 위해서는 별도의 카메라 센서를 설치하여야 하는데 카메라 센서는 수집된 영상을 분석하는 것이기 때문에 CCTV영상과 같이 개인정보보호 문제가 발생하게 됨
- 또한 실외 시설의 경우 기상상태에 따라 검지범위가 상당히 제한될 수 있으므로 시설 당 상당수의 센서 설치가 필요

나. 카드데이터 활용 검토

○ 카드데이터를 활용 이용자 수에 대한 데이터 수집 방안을 검토함

○ 실시간 집계는 어려우나 일정 시간 단위(15분, 1시간, 1일 등)의 집계는 가능

○ 따라서 카드데이터로 시설 출입인원 수에 대한 추정, 출입인원 수에 따라 위험도 등급을 판단할 수 있는 지표를 모색하였고, 시뮬레이션으로 도출 가능한 항목 내에서 선정함

다. 시뮬레이션 위험도 관련 지표

○ 시뮬레이션으로 산정 가능한 위험도 관련 지표는 <표 4-5>와 같음

○ 전문가 자문을 통해 항목 중 버스관련 시설에 적용 가능한 지표를 선정한 결과 실내 시설은 AWT와 OPS, 실외 시설은 AWT로 선정함

<표 4-5> 시뮬레이션 분석 산출 가능 변수

속성	설명	범위	초기값
PET (Personal Elapsed Time)	재실자의 시뮬레이션동안 대피하는 시간	0~ seconds	0 second
AWT (Average Wait Time)	시뮬레이션 동안 평균 대기시간	0~ seconds	0~ seconds
PEE (Personal Evacuation Efficiency)	재실자의 피난 효율성 (1 - CWT/PET)	0~1	0
		대피하는 동안 정체지역에 걸려있거나 대기하는 시간에 따라서 PEE의 값이 결정. 따라서, 정체를 유발하는 장소나 장애물등에 대한 참고 값	
PPM Person Per Minute	각 비상구 분당 이용자수		
Dist. Trav (Distance Travelled Attribute)	재실자가 시뮬레이션동안 움직인 거리	0~ meters	0 meters
Dist. Rem (Distance Remaining Attribute)	재실자의 위치에서 exit까지 남은거리 또는 다음 task까지 남은거리	0~ meters.	0 meters
Wait	시뮬레이션동안 대기시간	0~ seconds	0 seconds
Target Door Attribute	재실자의 피난을 유도하는 door	Nearest Door or List of Doors	Nearest Door
Occupant Exit Knowledge (OEK)	재실자의 출구에 대한 지식	Nearest exit to all available exit	Nearest exit
Occupant Itinerary List (OIL)	대피전 수행할수 있는 제한된 작업	No task~ unlimited tasks	null
OPS (Optimal Performance Statistic)	출구 분산에 따른 피난에 대한 효율성 정도	0~1	0
MNS (Mean Non-flow Statistic)	평균 비흐름 통계	0~seconds	0~seconds

4.2.2. 시설유형별 위험도 영향 지표 선정

○ 카드데이터를 활용하여 추정한 출입인원 수 외 시설특성을 반영할 수 있는 위험도 영향 지표를 선정함

○ 영향 지표는 참고문헌 고찰, 전문가 자문, 현장조사로 혼잡에 영향을 미치는 항목을 나열한 후 시뮬레이션에 반영이 가능한 변수로 선정하였음

○ 최종 선정된 위험도 영향 지표는 다음과 같음

<표 4-6> 시설유형별 위험도 영향 지표

순번	중앙버스정류장	가로변버스정류장	지하형환승센터	버스터미널
1	점유자수 (명)	점유자수 (명)	점유자수 (명)	점유자수 (명)
2	유효보도폭 (m)	유효보도폭 (m)	보행통로유효폭 (m)	보행통로유효폭 (m)
3	버스정차면수 (개)	버스정차면수 (개)	보행통로길이 (m)	보행통로길이 (m)
4	횡단보도수 (개)	-	출입구폭 (m)	출입구폭 (m)
5	횡단보도폭 (m)	-	-	점유물비율 (%)

4.3 시뮬레이션 시나리오 구성 및 수행

4.3.1 중앙 버스정류소

○ 중앙버스정류장은 승하차 접근을 위한 횡단보도 및 대기시설 구조로 운영되고 있으며 기타 버스정보시스템 및 노선도 등 편의시설이 설치되어 있음

- 시뮬레이션 시나리오는 점유자수, 유효보도폭, 버스정차면수, 횡단보도수, 횡단보도폭 5개 변수를 활용하여 구성함

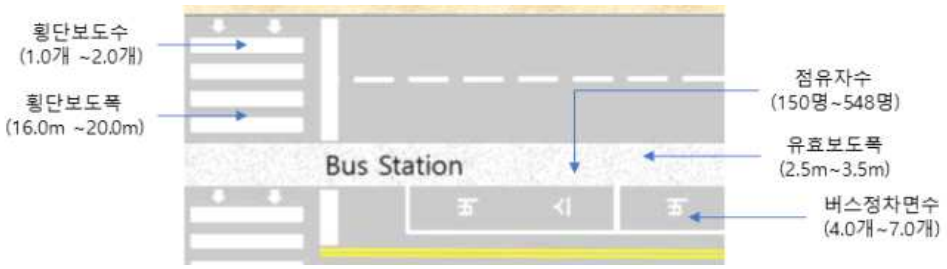
○ 시나리오 구성을 위한 참조 교통시설은 현장조사 기반 구로디지털단지역 중앙버스정류장을 참조하여 설정하며 한국교통안전공단 교통카드데이터 및 시설물 CAD 도면을 활용하여 변수 범위를 설정함

- 유동변수인 점유자수는 한국교통안전공단 교통카드데이터(첨두시 5분 단위)를 활용하여 평균값 ± 50% 범위 설정 내 무작위(Random) 추출값을 적용
- 시설변수는 국내 중앙버스정류장 대표적 설치 현황값을 적용
- 시나리오는 변수 범위별 조합을 통해 모델링을 위한 200set 구축

<표 4-7> 중앙버스정류장 시나리오 변수

구분	변수	단위	범위	비고
유동변수	점유자수	명	150 ~ 548	한국교통안전공단 교통카드데이터 활용
시설변수	유효보도폭	m	2.5 ~ 3.5	0.5m 단위 증감
	버스정차면수	개	4.0 ~ 7.0	4m, 7m
	횡단보도수	개	1.0 ~ 2.0	1개, 2개
	횡단보도폭	m	6.0 ~ 20.0	6m, 10m, 14m, 20m
산출 혼잡지표	AWT(보행자평균지체시간)	초		시뮬레이션값

<그림 4-4> 중앙버스정류장 구조



<그림 4-5> 중앙버스정류장 시나리오 구성

○ 시설의 기하구조는 대부분의 중앙섬식 버스정류장과 같이 직사각형 형태로 작성하였으며, 양쪽 또는 한쪽에 횡단보도를 구성하였음

○ 횡단보도를 출구로 설정하여 점유자가 횡단보도를 통해 나가는 시나리오로 구성

<그림 4-6> 중앙섬식 버스정류장 시뮬레이션 화면

4.3.2 가로변 버스정류소

○ 가로변버스정류장은 버스베이형과 정류소형으로 구분하며 시나리오 변수는 동일하게 적용함

- 정류장형(Bus Bay)은 전용 버스베이를 설치하여 본선 차로와 분리한 구조이며 정류소형(Bus Stop)은 본선 외측차로를 그대로 이용하는 구조임

가. 가로변버스정류장 - 버스베이형

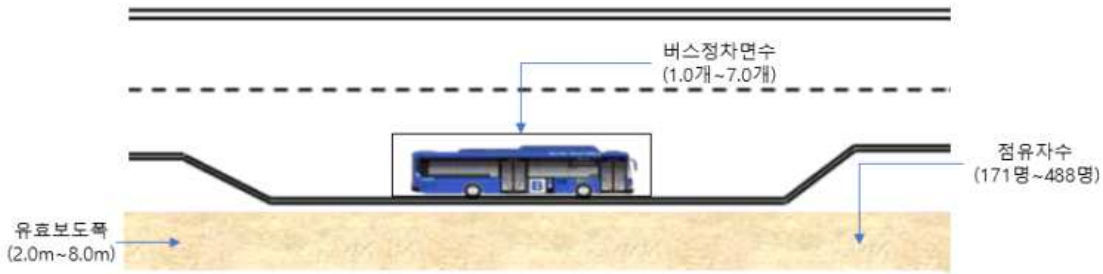
○ 정류장형 가로변버스정류장은 사당역 등 대형 (버스정차면 4개 이상) 버스승하차 시설임

○ 시나리오 구성을 위한 참조 교통시설은 현장조사 기반 사당역 가로변버스정류장을 적용함

○ 시뮬레이션 시나리오는 점유자수, 유효보도폭, 버스정차면수 3개 변수를 활용하여 구성하며 산출 혼잡지표는 AWT(보행자 평균지체시간)임

<표 4-8> 가로변버스정류장 – 정류장형 시나리오 변수

구분	변수	단위	범위	비고
유동변수	점유자수	명	171 ~ 488	한국교통안전공단 교통카드데이터 활용
시설변수	유효보도폭	m	2.0 ~ 8.0	1.0m 단위 증감
	버스정차면수	개	1.0 ~ 7.0	1.0개 단위 증감
산출 혼잡지표	AWT(보행자평균지체시간)	초		시뮬레이션값

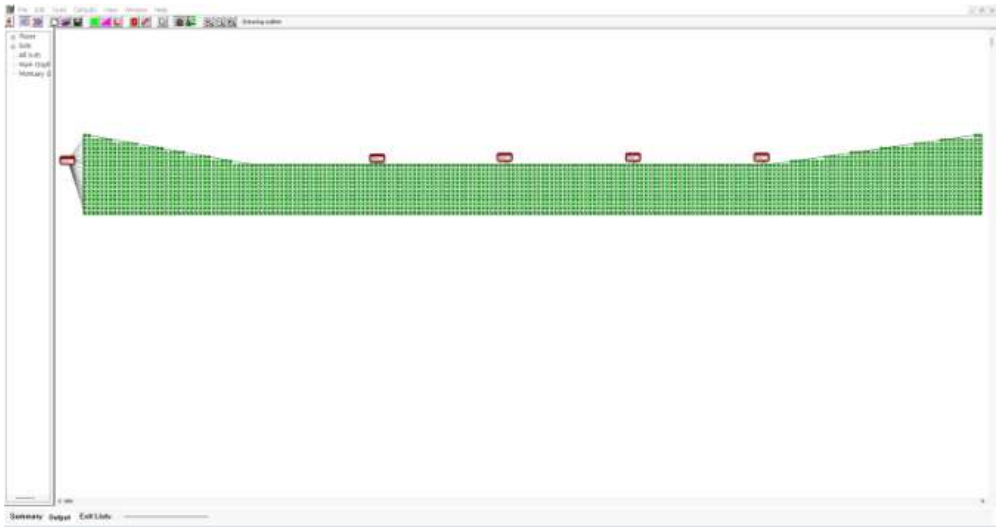


<그림 4-7> 가로변버스정류장 - 버스베이형 시나리오 구성

○ 버스정류장은 버스가 대기하여 승하차할 수 있도록 버스 정차대가 있으며, 버스 정차대가 있는 구역은 보도폭이 작아지도록 설정함

○ 정차하고 있는 버스에 대해서 출구로 설정하여 점유자가 버스를 승차하여 나가는 시나리오로 구성

○ 작성된 시뮬레이션 모습은 다음과 같음



<그림 4-8> 가로변형 버스정류장 시뮬레이션 화면

나. 가로변버스정류장 - 버스노면형

○ 정류소형 가로변버스정류장은 소형 (버스정차면 1~2개) 버스승하차 시설로 별도 가·감속 테이퍼 없이 본선상에 위치한 시설임

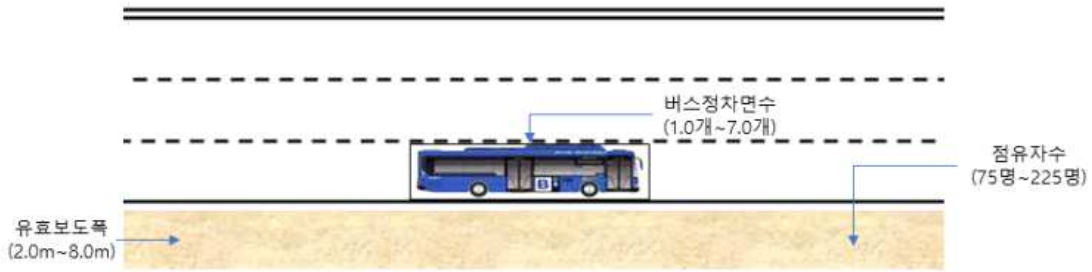
- 정류소형은 정류장형에 비해 비교적 소형이나 대규모 교통시설 주변(기흥역, 판교역 등)의 경우 정차면 4개 이상 규모로 운영되는 사례가 있음

○ 시나리오 구성을 위한 참조 교통시설은 평촌중앙공원 가로변 정류소를 적용함

○ 시뮬레이션 시나리오는 정류장형 시설과 동일한 점유자수, 유효보도폭, 버스정차면수 3개 변수를 활용하여 구성하며 산출 혼잡지표는 AWT(보행자 평균지체시간)임

<표 4-9> 가로변버스정류장 – 정류소형 시나리오 변수

구분	변수	단위	범위	비고
유동변수	점유자수	명	75 ~ 225	한국교통안전공단 교통카드데이터 활용
시설변수	유효보도폭	m	2.0 ~ 8.0	1.0m 단위 증감
	버스정차면수	개	1.0 ~ 7.0	1.0개 단위 증감
산출 혼잡지표	AWT(보행자평균지체시간)	초		시뮬레이션값

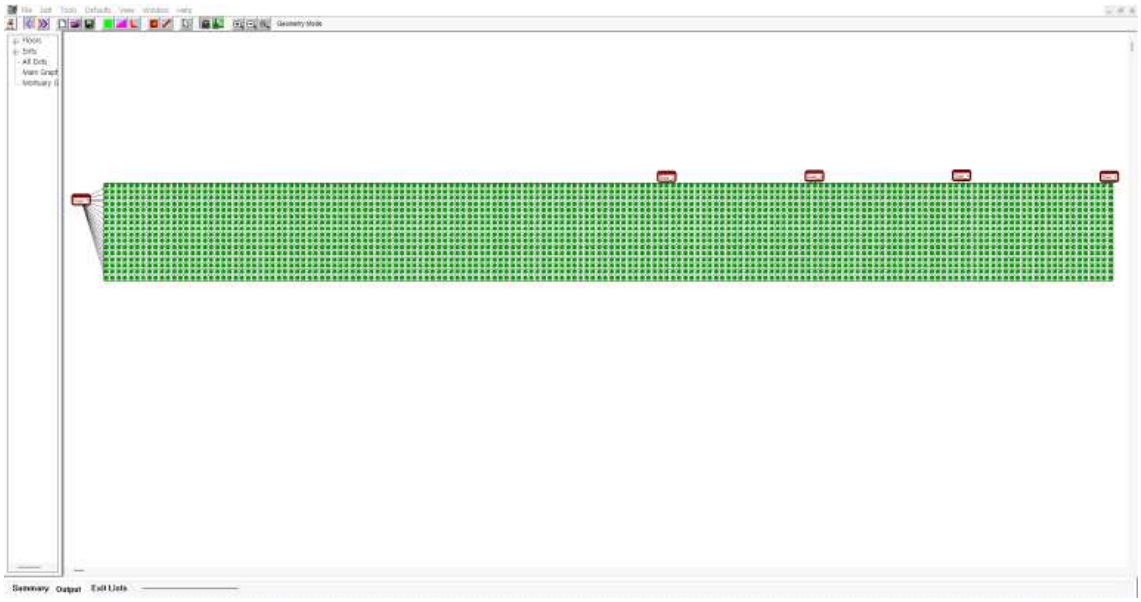


<그림 4-9> 가로변버스정류장 - 정류소형 시나리오 구성

○ 가로변형 버스정류소는 보도에 설치되기 때문에 직사각형 형태로 기하구조를 작성함

○ 점유자는 정차한 버스에 승차하거나 정류소 영역 밖으로 나갈 수 있도록 출구를 설정하였음

○ 작성된 시뮬레이션 모습은 다음과 같음



<그림 4-10> 가로변형 버스정류소 시뮬레이션 화면

4.3.3 광역환승센터(지하형)

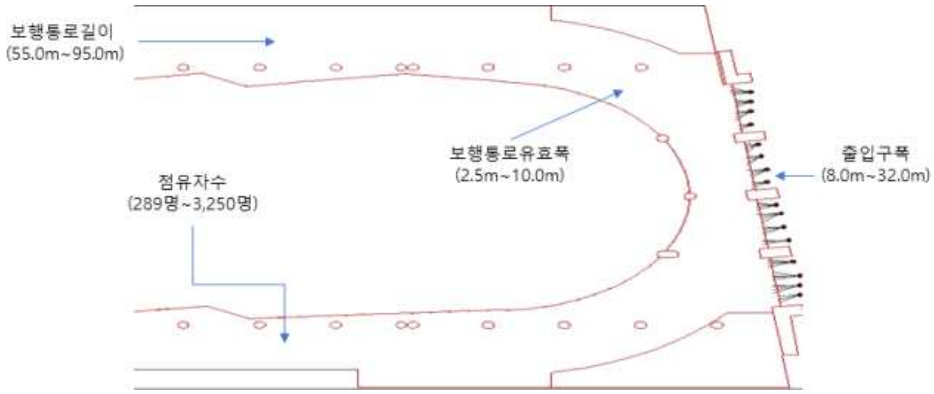
○ 광역환승센터의 경우 버스승하차 공간의 통로와 광장, 상업시설 등을 연결하는 추출입구(Gate)를 대상으로 혼잡 시나리오를 구성함

○ 시나리오 구성을 위한 참조 교통시설은 잠실역 환승센터를 적용함

○ 시뮬레이션 시나리오는 점유자수, 보행통로유효폭, 보행통로길이, 출입구폭 3개 변수를 활용하여 구성하며 산출 혼잡지표는 AWT(보행자 평균지체시간)과 OPS(출구 미사용률) 2개 지표임

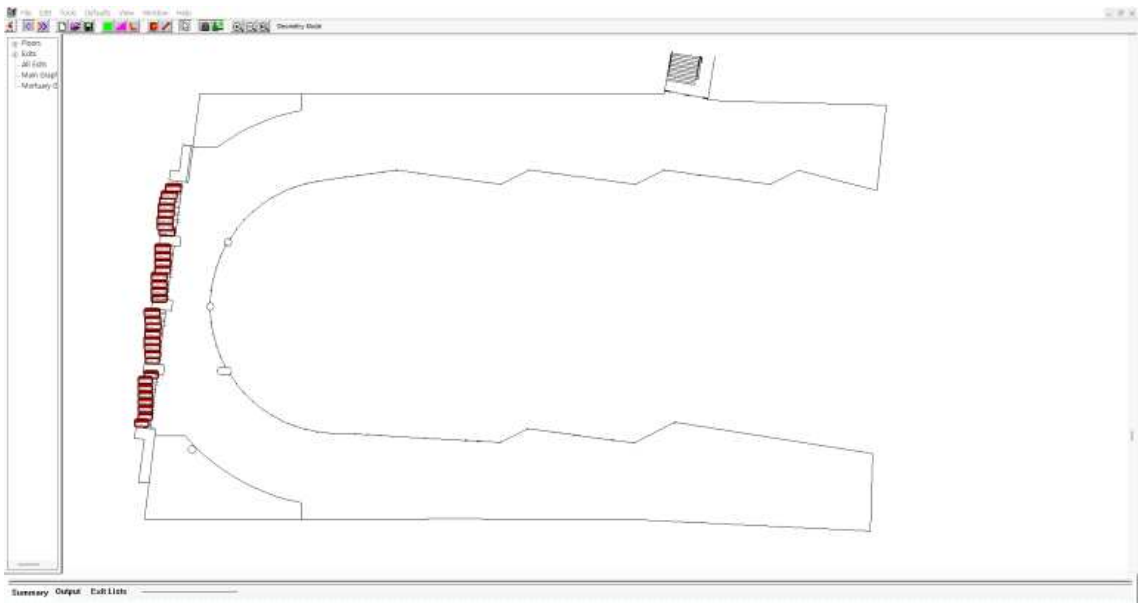
<표 4-10> 광역환승센터(지하형) 시나리오 변수

구분	변수	단위	범위	비고
유동변수	점유자수	명	289 ~ 3,250	관리기관 내부자료
시설변수	보행통로유효폭	m	2.5 ~ 10.0	2.5m 단위 증감
	보행통로길이	m	55.0 ~ 95.0	20.0m 단위 증감
	출입구폭	m	8.0 ~ 32.0	8.0m 단위 증감
산출 혼잡지표	AWT(보행자평균지체시간)	초		시뮬레이션값
	OPS(출구미사용률)	지수		시뮬레이션값



<그림 4-11> 광역환승센터(지하형) 시나리오 구성

○ 시뮬레이션 시 기하구조는 잠실 광역환승센터의 도면을 기반으로하여 작성, 시나리오에 따라 수정하여 활용



<그림 4-12> 광역환승센터(지하형) 시뮬레이션 화면

4.3.4 버스터미널

○ 버스터미널 시나리오는 천안버스터미널을 참조로 하며 터미널 내부 공간에서 외부 버스승하차장 연결 주출입구(Gate)를 대상으로 함

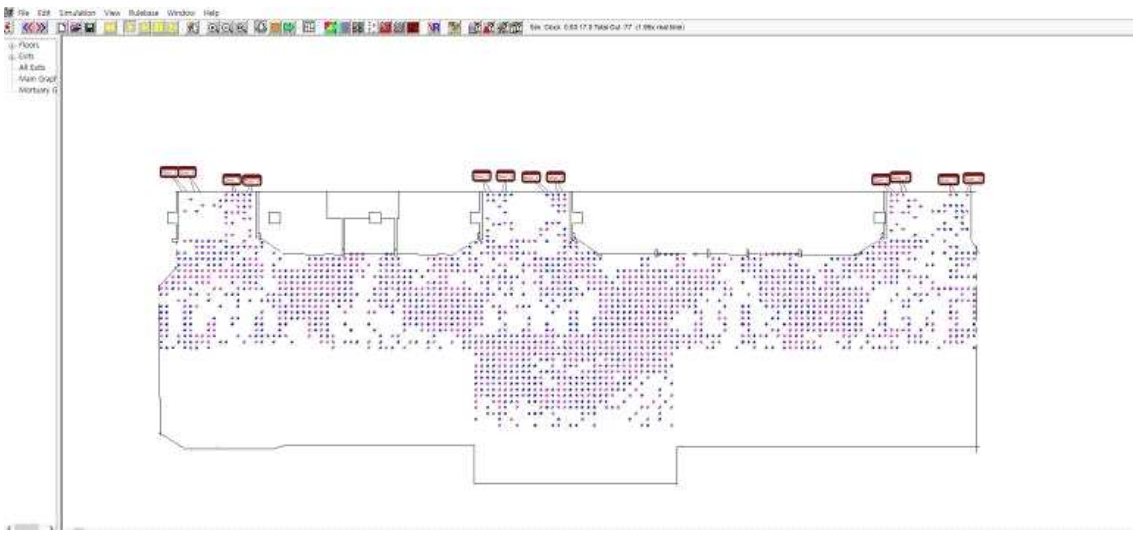
○ 시뮬레이션 시나리오는 점유자수, 보행통로유효폭, 보행통로길이, 출입구폭, 점유물(기둥·장애물, 편의시설 등이 차지하는 총면적) 비율 4개 변수를 활용함

○ 산출 혼잡지표는 AWT(보행자 평균지체시간)과 OPS(출구 미사용률) 2개 지표임

<표 4-11> 중앙버스정류장 시나리오 변수

구분	변수	단위	범위	비고
유동변수	점유자수	명	203 ~ 5,087	관리기관 내부자료
시설변수	보행통로유효폭	m	8.0 ~ 16.0	2.0m 단위 증감
	보행통로길이	m	65.0 ~ 85.0	10.0m 단위 증감
	출입구폭	m	4.0 ~ 12.0	4.0m 단위 증감
	점유물비율	%	0.0 ~ 20.0	5.0% 단위 증감
산출 혼잡지표	AWT(보행자평균지체시간)	초		시뮬레이션값
	OPS(출구미사용률)	지수		시뮬레이션값

○ 시뮬레이션 시 기하구조는 천안 시외버스터미널의 도면을 기반으로하여 작성, 시나리오에 따라 수정하여 활용



<그림 4-13> 버스터미널 시뮬레이션 화면

4.4 시뮬레이션 결과

4.4.1 중앙 버스정류소

○ 중앙섬식 버스정류장의 시뮬레이션 결과 AWT는 평균 9.67초, 표준편차는 7.92초, 최대 39.46초, 최소는 0.33초인 것으로 나타남

○ OPS의 경우 평균은 0.03, 표준편차는 0.05, 최대 0.25, 최소 0.00인 것으로 나타남

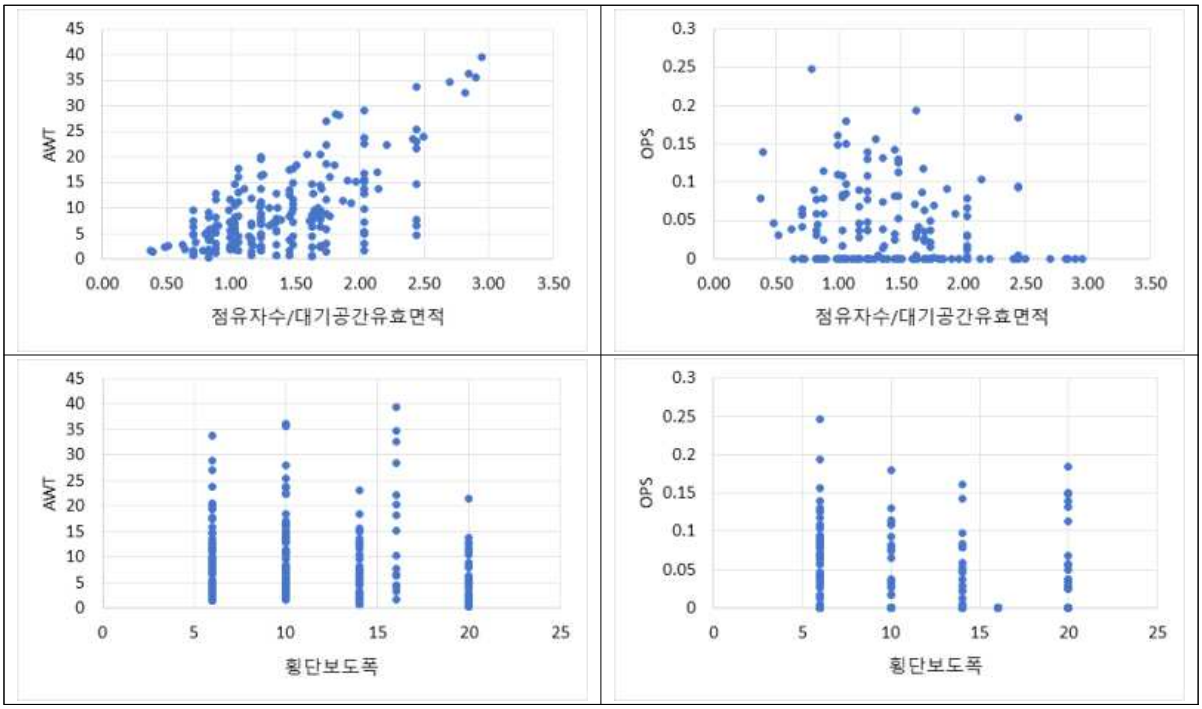
○ OPS의 경우 출구가 한 개인 경우 0으로 산정되기 때문에 횡단보도수가 1개인 시나리오는 모두 0으로 나타나 평균이 낮게 나타난 것으로 분석됨

<표 4-12> 중앙버스정류장 시뮬레이션 결과

변수	AWT	OPS
평균	9.67	0.03
표준편차	7.92	0.05
최대	39.46	0.25
최소	0.33	0.00

○ 점유자수/대기공간유효면적과 AWT, OPS간의 분포도를 작성한 결과, AWT는 점유자수/대기공간유효면적이 증가함에 따라 증가하는 경향이 있는 것으로 나타남

○ AWT는 횡단보도폭이 증가함에 따라 낮은 값에 밀집하는 것으로 나타났으나, OPS는 모두 뚜렷한 경향을 보이지 않음



<그림 4-14> 중앙버스정류장 시뮬레이션 결과 분포도

4.4.2 가로변 버스정류소

가. 버스베이형

○ 가로변 버스정류장 버스베이형 시뮬레이션 결과 AWT는 평균 4.06초, 표준편차 5.19초, 최대 30.40초, 최소는 0.07로 나타남

○ OPS의 경우 평균은 0.43, 표준편차는 0.22, 최대 0.73, 최소 0.004인 것으로 나타남

○ OPS는 각 출구별 사용된 시간에 따른 효율을 나타내는 지표인데 버스베이형의 버스에 승차하는 행위가 출구를 사용한 것으로 시뮬레이션하였으므로 버스 노선이 운영상황에 따라 크게 달라질 것으로 예상됨

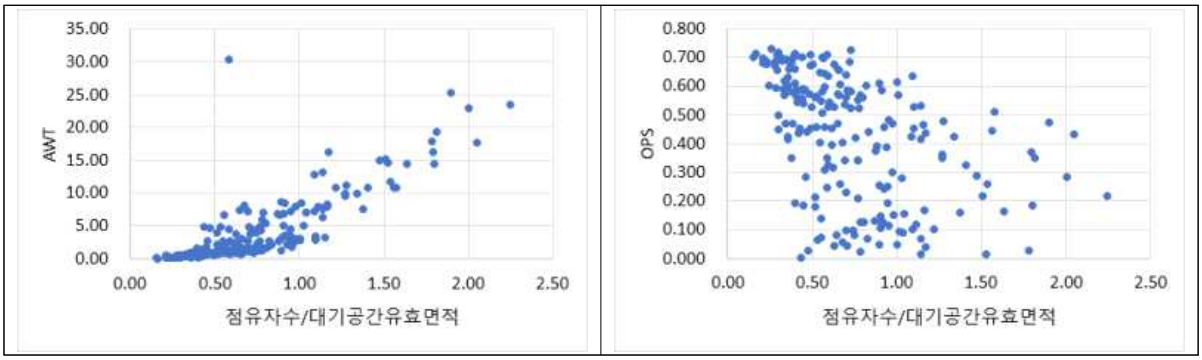
○ 따라서 버스베이형 시나리오의 경우 AWT가 가장 적합하고, OPS는 혼잡위험도를 대변하기 어려울 것으로 판단됨

<표 4-13> 가로변형 버스베이형 시뮬레이션 결과

변수	AWT	OPS
평균	4.06	0.43
표준편차	5.19	0.22
최대	30.40	0.730
최소	0.07	0.004

○ 점유자수/대기공간유효면적과 AWT, OPS간의 분포도를 작성한 결과, AWT는 점유자수/대기공간유효면적이 증가함에 따라 증가하는 경향이 뚜렷하게 나타남

○ OPS 또한 점유자수/대기공간유효면적이 증가하면 값이 낮아지는 경향이 있는 것으로 나타났지만 AWT에 비해 그 추세가 뚜렷하지는 않음



<그림 4-15> 가로변형 버스베이형 시뮬레이션 결과 분포도

나. 정류소형

○ 가로변 버스정류소형 시뮬레이션 결과 AWT는 평균 2.19초, 표준편차 3.12초, 최대 19.14초, 최소는 0.08로 나타남

○ OPS의 경우 평균은 0.46, 표준편차는 0.24, 최대 0.76, 최소 0.00으로 나타남

○ 버스정류소의 경우에도 시뮬레이션 시나리오에서 버스에 승차하는 것을 출구를 사용한 것으로 하였기 때문에 버스이용자의 버스노선이용 행태에 따라 값의 편차가 커질 것으로 판단됨

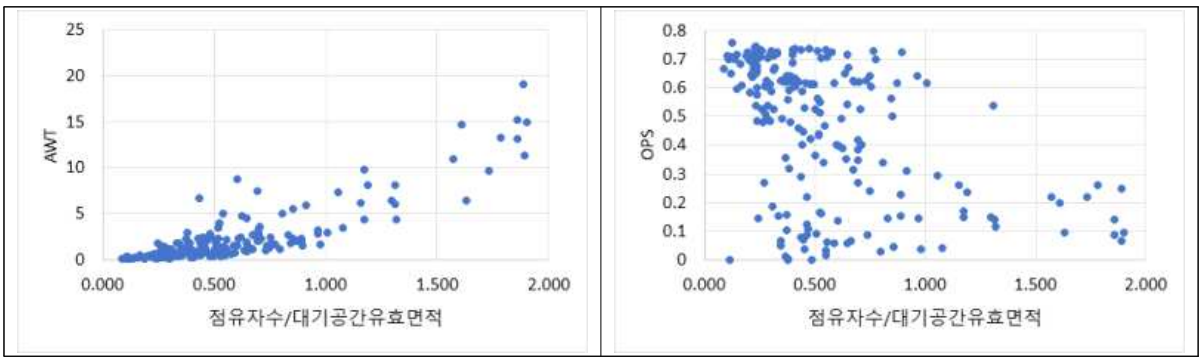
<표 4-14> 가로변형 버스정류소형 시뮬레이션 결과

변수	AWT	OPS
평균	2.19	0.46
표준편차	3.12	0.24
최대	19.14	0.76
최소	0.08	0.00

○ 점유자수/대기공간유효면적과 AWT, OPS간의 분포도를 작성한 결과, AWT는 점유자수/대기공간유효면적이 증가함에 따라 증가하는 경향이 뚜렷하게 나타남

○ OPS는 AWT에 비해 점유자수/대기공간유효면적에 따른 경향이 뚜렷하게 나타나지 않음

○ 위에서 기술하였 듯이 OPS는 이용자가 버스노선을 이용하는 행태에 영향을 많이 받는 변수기 때문에 AWT가 가로변 버스정류소형의 혼잡위험도를 잘 대변해주는 지표라고 판단됨



<그림 4-16> 가로변형 버스정류소형 시뮬레이션 결과 분포도

4.4.3 광역환승센터(지하형)

○ 지하형 광역환승센터의 시뮬레이션 결과 AWT는 평균 22.41초, 표준편차 14.91초, 최대 63.47초, 최소는 0.29로 나타남

○ OPS의 경우 평균은 0.09, 표준편차는 0.07, 최대 0.80, 최소 0.01로 나타남

○ 지하형 광역환승센터의 경우 폐쇄된 공간에서 각 출구를 통해 나가는 시나리오로 시뮬레이션 하였기 때문에 AWT와 OPS 모두 다양한 분포를 가지도록 분석됨

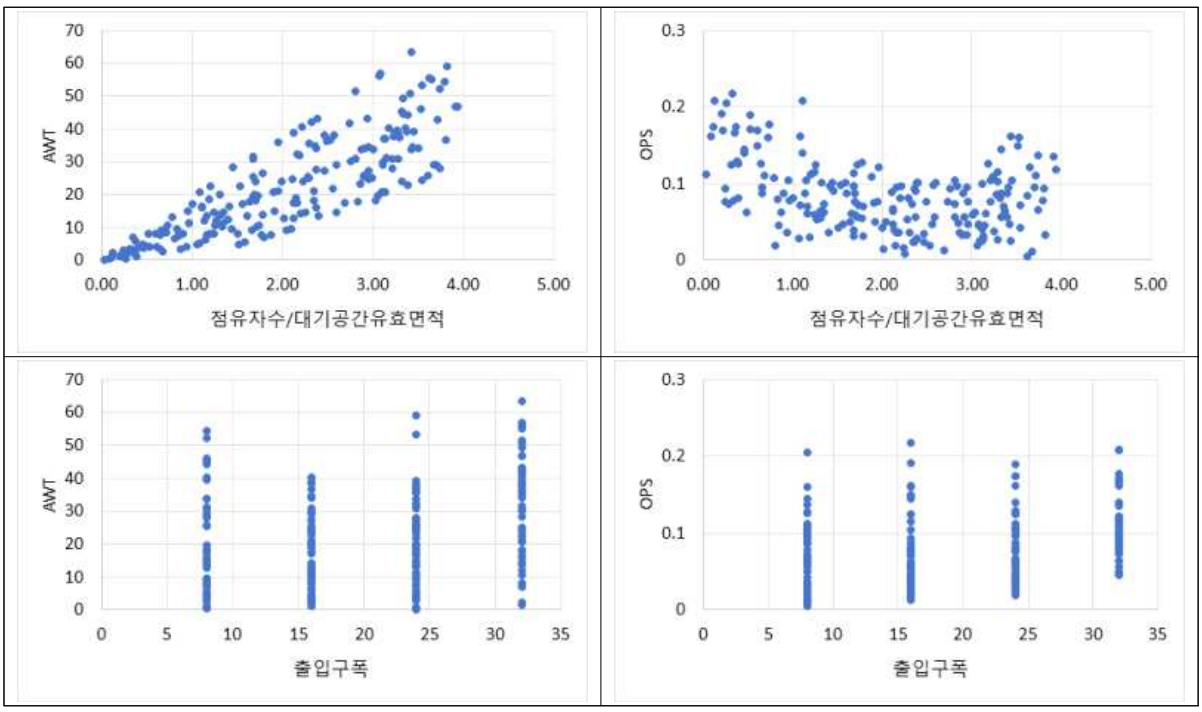
<표 4-15> 지하형 광역환승센터 시뮬레이션 결과

변수	AWT	OPS
평균	22.41	0.09
표준편차	14.91	0.07
최대	63.47	0.80
최소	0.29	0.01

○ 점유자수/대기공간유효면적과 AWT, OPS간의 분포도를 작성한 결과, AWT는 점유자수/대기공간유효면적이 증가함에 따라 증가하는 경향이 뚜렷하게 나타남

○ OPS도 점유자수/대기공간유효면적과의 관계가 AWT에 비해 뚜렷하게 나타나지 않음

○ 그러나 출입구폭과의 분포도에서는 AWT와 OPS 모두 뚜렷한 경향은 나타나지 않음



<그림 4-17> 지하형 광역환승센터 시뮬레이션 결과 분포도

4.4.4 버스터미널

○ 버스터미널의 시뮬레이션 결과 AWT는 평균 96.99초, 표준편차 97.52초, 최대 501.93초, 최소는 0.00초로 최대와 최소의 차이가 매우 크게 나타남

○ OPS도 평균은 0.22, 표준편차는 0.18, 최대 0.97, 최소 0.00으로 매우 다양한 분포가 나타나도록 분석됨

<표 4-16> 버스터미널 시뮬레이션 결과

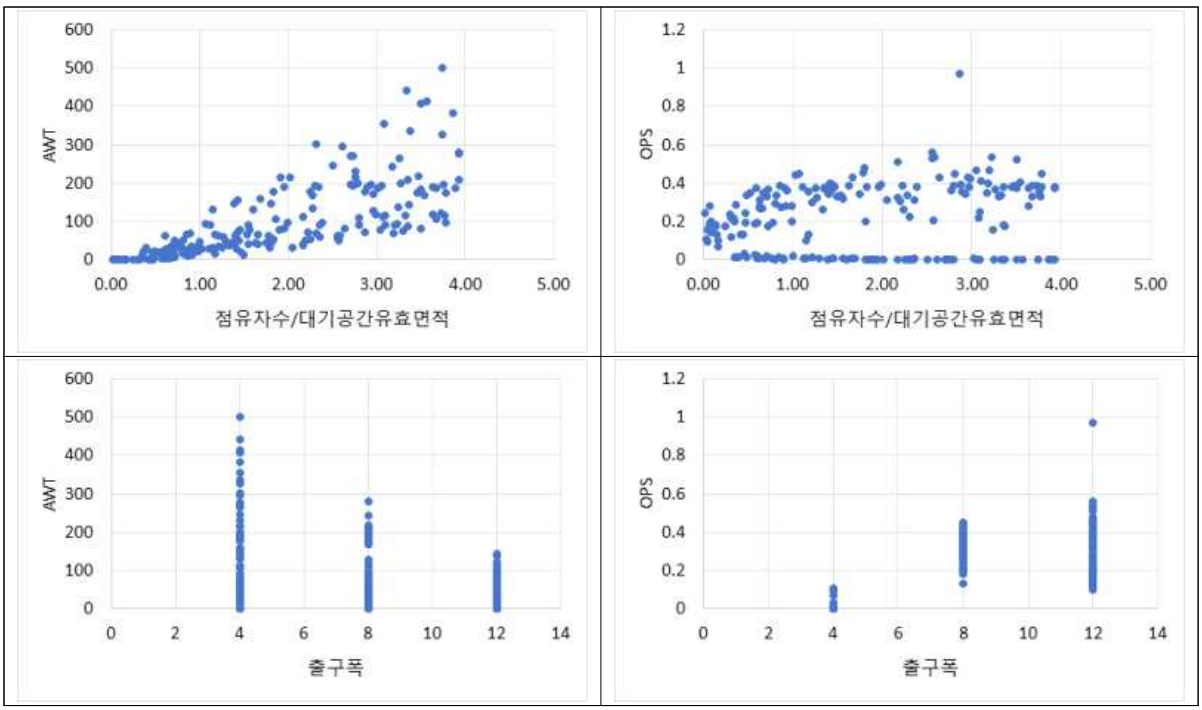
변수	AWT	OPS
평균	96.99	0.22
표준편차	97.52	0.18
최대	501.93	0.97
최소	0.00	0.00

○ 점유자수/대기공간유효면적과 AWT, OPS간의 분포도를 작성한 결과, AWT는 점유자수/대기공간유효면적이 증가함에 따라 증가하는 경향이 뚜렷하게 나타남

○ OPS는 점유자수/대기공간유효면적과의 관계가 뚜렷하게 나타나지 않음

○ 그러나 출구폭과의 분포도에서는 AWT의 경우 출구폭이 증가하면 낮아지는 것으로 나타났으며, OPS는 출구폭이 증가하면 증가하는 것으로 나타남

○ 이는 출구수가 많아지면서 사용되지 않는 출구가 존재하기 때문이라고 판단됨



<그림 4-18> 버스터미널 시뮬레이션 결과 분포도

V

혼잡위험도 모형 및 등급산출

5.1 모형구축 방법론

5.2 모형 구축결과

5.3 혼잡위험도 등급개발

제5장 혼잡위험도 모형개발

5.1 모형 구축방법론

5.1.1 비선형회귀분석

가. 최소자승법(Ordinary Least Squares) 회귀모형

○ 전통적 계량경제학적 분석은 통상적인 최소 자승법(OLS)에 의해 이루어 짐. 통상적인 오차항에 대한 i, i, d 가정하에서 종속변수 y값은 $y = f(x) = ax + b$ 형태로 설정되며 독립변수들은 일반적인 X들에 의해 설정됨

○ 이러한 선형 모델의 독립변수들의 종속변수에 대한 회귀분석에 의해 추정되는 y값과 실제 값들에 대한 차이를 나타내는 잔차가 최소가 되는 추정회귀 계수를 구하는 것으로, 실제값과 예측값의 차이의 제곱의 합을 최소화 시키는 추정계수 X 값들의 추정치인 β값들을 구함

나. 비선형 회귀모형 (Non-linear Regression Analysis)

○ 비선형 회귀분석은 종속변수와 독립변수 세트 간의 비선형 관계 모형을 탐색하는 방법임. 기존의 선형 회귀분석(선형 모형 추정에만 제한됨)과 달리 비선형 회귀분석에서는 종속변수와 독립변수 간의 임의적 관계를 통해 모형을 추정할 수 있음

○ 비선형적인 관계를 모델링하는 방법은 회귀 모델을 추정하기 전에 목표 예상변수(forecast variable)와 예측변수(predictor variable)를 변환하는 것으로 가장 흔히 사용하는 변환은 (자연) 로그를 취하는 방법임

- 로그-로그 형태 함수는 다음과 같음

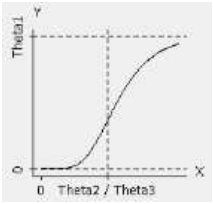
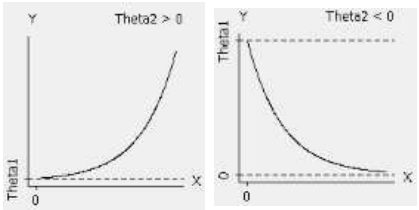
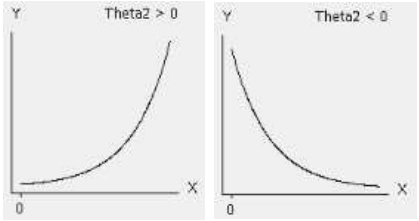
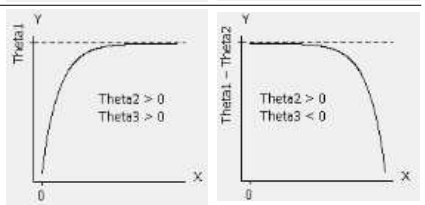
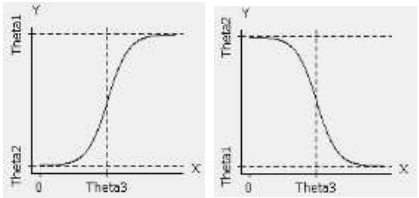
$$\log y = \beta_0 + \beta_1 \log x + \varepsilon$$

5.1.2 비선형회귀분석 종류

○ 비선형회귀에는 이차함수, 삼차함수, 삼각함수, 지수함수, 로그함수 등 여러 가지 모델이 가능하며 직선이 아닌 모든 곡선이 비선형이기 때문에 모든 비선형 회귀모델을 한가지로 정의할 수 없으며 각각의 데이터 형태에 맞는 회귀모델을 사용함

- $y = \theta_1 x_1$ (모수1개, 예측변수1개)
- $y = \theta_1 * x_1 / (\theta_2 + x2)$ (모수2개, 예측변수1개)
- $y = \theta_1 - \theta_2 * (\ln(x_1 + \theta_2) - \ln(x_2))$ (모수3개, 예측변수2개)

<표 5-1> 비선형회귀분석 종류 (예시)

구분	수식	비고
곰페르츠 성장 모형	Theta1·exp(-exp(Theta2-Theta3·X))	
지수 모형	Theta1·exp(Theta2·X))	
로그 일반화 모형	exp(Theta1 + Theta2·X))	
점근 비선형 분석	Theta1 – Theta2·exp(-Theta3·X))	
로지스틱 성장 모형	Theta1 + (Theta2·Theta1) / (1+exp(X-Theta3) / Theta4))	

5.2 모형 구축결과

5.2.1 모형 변수

○ 시나리오 구성에 따른 산출 혼잡지표는 AWT(보행자 평균지체시간) 값임

- AWT(보행자 평균지체시간)는 공간내 보행자의 평균적인 지체시간을 평가할 수 있는 4개 시설 공통지표로 활용이 가능함
- OPS모형의 경우 출입구 변수가 투입되어 AWT모형의 개념에 포함되는바 변수 중첩 문제로 모형개발에서 제외(전문가 자문의견 수렴)

○ 점유자수, 보행통로유효폭, 점유물 등 현장조사 자료의 변수를 투입하여 비선형회귀분석을 수행한 결과 각 시설별 유의 변수를 도출함

<표 5-2> 교통시설별 모형 변수

구분	단위	중앙버스정류장	가로변버스정류장	지하형환승센터	버스터미널
점유밀도	점유자수(m^2당)	●	●	●	●
횡단보도폭	횡단보도너비(m)	●			
보행통로유효폭	유효폭원(m)				
보행통로길이	통로길이(m)				
출입구폭	폭원길이(m)			●	●

- 점유밀도 : 점유자수를 시설유효면적으로 나누어 적용함

예시
· 점유자수 100명, 시설유효면적 50m^2 **[점유밀도 = 100/50, 2명/m^2]**

- 횡단보도폭 : 횡단보도 너비를 계측하여 실제값을 적용함

예시
· 횡단보도폭 4m, 1개 **[횡단보도폭 = 4m]**, 횡단보도폭 4m, 2개 **[횡단보도폭 = 8m]**

- 출입구폭 : 전체 출입구 너비 중 오픈된 출입구의 너비만을 적용함

예시
· 총출입구폭 16m, 오픈된 출입구폭 16m **[출입구폭 16m]**, 총출입구폭 16m, 오픈된 출입구폭 8m **[출입구폭 8m]**

5.2.2 교통시설별 혼잡위험도 모형 구축

(1) 중앙버스정류장 AWT모형

○ 중앙버스정장 AWT모형은 점유밀도와 횡단보도폭 2개 변수로 도출됨(lack of Fit 1.02, p0.676)

$$\ln(AWT) = 3.06 - \exp(-0.49\text{점유밀도} + 0.04\text{횡단보도폭})$$

(2) 가로변버스정류장 AWT모형

○ 가로변버스정류장 AWT모형은 점유밀도 2개 변수로 도출됨(F289.71, p0.000)

$$AWT = 0.38 + (4.12\text{점유밀도} - 1.47\text{점유밀도}^2 + 1.873\text{점유밀도}^3)$$

(3) 지하형환승센터

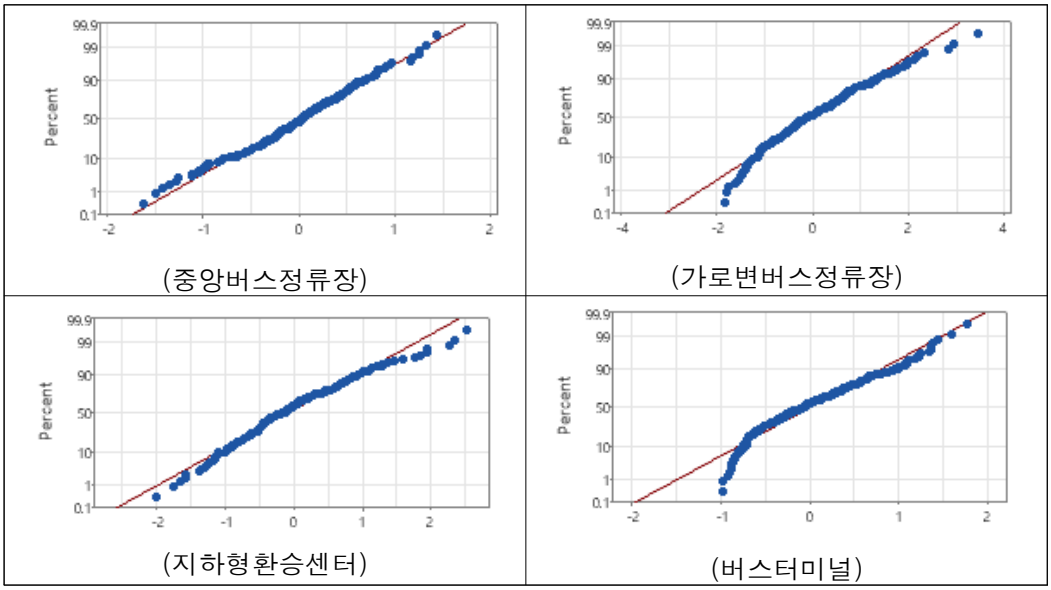
○ 지하형환승센터 AWT모형은 점유밀도와 출입구폭 2개 변수로 도출됨(lack of Fit 4.39, p0.072)

$$\ln(AWT) = 4.27\left(\frac{\text{점유밀도}}{\text{출입구폭}}\right)^{0.18}$$

(4) 버스터미널

○ 버스터미널 AWT모형은 점유밀도, 출입구폭 2개 변수로 도출됨(F538.25, p0.000)

$$AWT = 1.834 + 10.95\left(\frac{\text{점유밀도}}{\text{출입구폭}}\right) - 7.487\left(\frac{\text{점유밀도}}{\text{출입구폭}}\right)^2$$



<그림 5-1> 모형 잔차도표

5.3 혼잡위험도 등급 개발

5.3.1 방법론

○ 혼잡위험도의 등급은 사분위수(quartile) 분포를 활용하여 개발함

- 수집한 자료들을 크기 순서로 나열하여 4등분하는 척도들을 사분위수(quartiles)라 함, 앞에서부터 1/4을 나타내는 위치척도들을 차례로 제1사분위수(Q_1), 제2사분위수(Q_2) 제3사분위수(Q_3)라 함

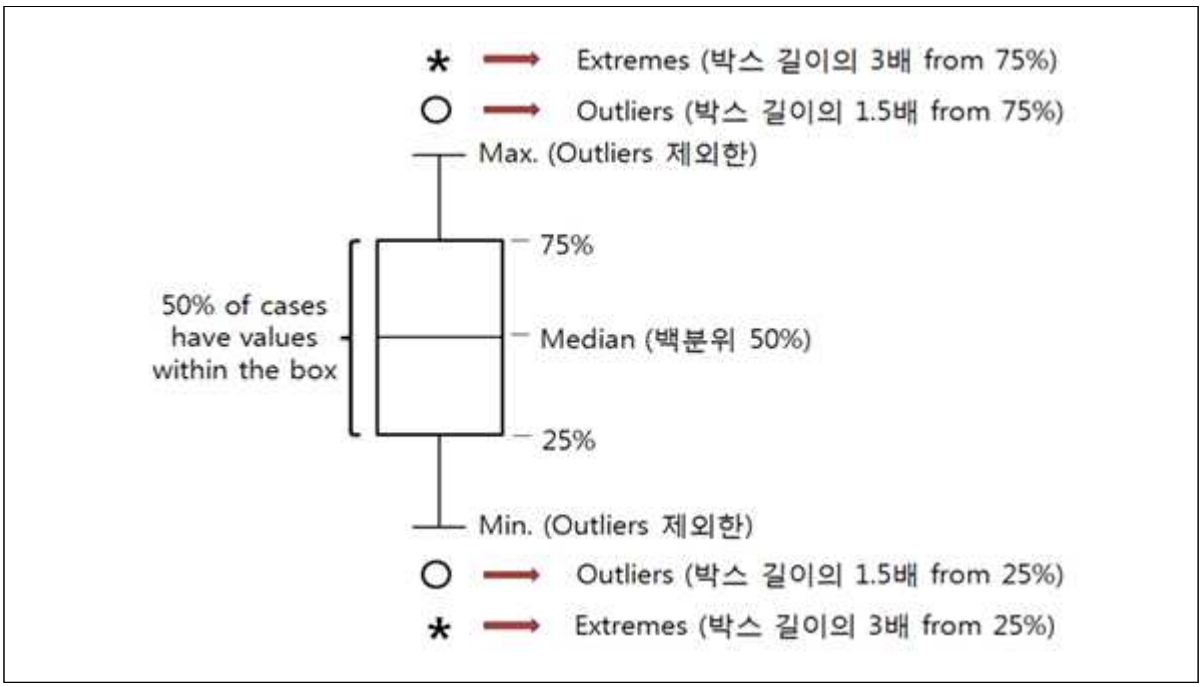
- $Y_{25} = Q_1, Y_{50} = Q_2, Y_{75} = Q_3$ (Y: 백분위수, Q: 사분위수)

○ 제2사분위수(중앙값)로부터 제1사분위수와 제3사분위수에 의한 범위의 정도에 따라 분포의 분산도를 파악할 수 있으며, IQR을 혼잡위험도의 B등급으로 설정함

- 사분위 편차(quartile deviation) : Q_2, 즉 중앙값을 중심으로 한 분산도

- 사분위간 범위(IQR, inter quartile range)는 제3사분위수와 제1사분위수의 차이로 사분위간 중심을 대표하는 값임

$$Q = \frac{Q_3 - Q_1}{2}$$



<그림 5-2> 상자 그림(Box plot)

<표 5-3> 혼잡위험도 등급 구분

구분	Percentile	상태
D	최대값 이상	사고상황이 우려되어 통제가 필요
C	75% ~ 최대값	사고방지를 위해 대책 필요
B	25% ~ 75%	이용자의 전방주시 등 주의가 필요
A	0% ~ 25%	이동이 안전하고 자유롭게 가능

5.3.2 시간대별 혼잡위험도 등급 기준

○ 실외 버스 교통시설 및 실내 버스 교통시설별 혼잡위험도(AWT) 체계를 4개 등급으로 구분하여 제시함

○ 등급 경계를 기준으로 안전, 평범, 경계, 심각 수준을 결정하며 각 등급별 혼잡관리 안전관리 대책을 적용할 수 있음

<표 5-4> 교통시설별 혼잡위험도 등급

구분	시설	A	B	C	D
실외 버스 교통시설	중앙버스정류장	0.0 이상, 2.0 미만	2.0 이상, 2.3 미만	2.3 이상, 2.7 미만	2.7 이상
	가로변버스정류장	0.0 이상, 0.4 미만	0.4 이상, 2.0 미만	2.0 이상, 4.2 미만	4.2 이상
실내 버스 교통시설	지하형환승센터	0.0 이상, 2.5 미만	2.5 이상, 3.2 미만	3.2 이상, 3.7 미만	3.7 이상
	버스터미널	0.0 이상, 3.0 미만	3.0 이상, 5.0 미만	5.0 이상, 5.9 미만	5.9 이상

5.3.3 종합 혼잡위험도 등급 기준

○ 정류장에서의 이용자수가 실시간으로 변화됨에 따라, 시간대별 혼잡위험도로 해당 정류장의 혼잡위험도를 판단할 수 있는 기준이 별도로 필요함

○ 본 연구에서는 이를 종합 혼잡위험도라고 정의 하였으며, 교통시설·관리자는 종합 혼잡위험도를 지속 모니터링 할 필요가 있음

○ 각 교통시설별 혼잡 위험도 등급구분과 각 등급별 상태는 아래와 같음

- 「안전」 등급은 이동이 자유롭고 안저한 대기가 가능한 상태
- 「주의」 등급은 이동에 불편함을 느끼지 못하지만 이용자가 넘어짐 등의 주의가 필요한 상태
- 「경계」 등급은 이용자가 불편함을 느끼기 시작하고, 안전사고에 대한 대비가 필요한 상태
- 「심각」 등급은 혼잡으로 인한 안전사고 상황이 우려되어 관리자의 현장파견이 필수적이며, 통제가 필요한 상태

<표 5-5> 종합 혼잡위험도 등급 판단기준

구분	판단기준
안전 (Green)	과거 1년동안 시간대별 혼잡위험도 등급이 'C', 'D' 등급이 판정되지 않은 정류소
주의 (Yellow)	과거 1년동안 시간대별 혼잡위험도 등급이 'C' 등급 비율이 20% 미만이고, 'D' 등급도 판정되지 않은 정류소
경계 (Orange)	과거 1년동안 시간대별 혼잡위험도 등급이 'C' 등급 비율이 20% 이상 50%미만이고, 'D' 등급도 판정되지 않은 정류소
심각 (Red)	과거 1년동안 시간대별 혼잡위험도 등급이 'C' 등급 비율이 50% 이상이고, 'D' 등급이 판정되지 않은 정류소

5.3.4 혼잡위험도 등급별 상태 예시

○ 혼잡위험도 등급은 시간대별 혼잡위험도, 종합 혼잡위험도로 구분되어 제시되었으며, 교통시설 설치·관리자는 담당 시설물에 대해서 5.2.2 교통시설별 혼잡위험도 모형 구축과 5.3.3 종합 혼잡위험도 등급 기준을 참고할 수 있음

○ 교통시설 설치·관리자가 혼잡위험도 등급별 상태를 직관적으로 알 수 있기 위하여 아래 표와 같이 혼잡도 등급별 상태를 예시로 확인할 수 있음

<표 5-6> 혼잡위험도 등급별 상태 (중앙 버스정류소)

구분	등급별 현장 상태 예시
안전 (Green)	
주의 (Yellow)	
경계 (Orange)	
심각 (Red)	

※ 등급별 상태는 3D 모델링 구현

<표 5-7> 혼잡위험도 등급별 상태 (가로변 버스정류소)

구분	등급별 현장 상태 예시
안전 (Green)	
주의 (Yellow)	
경계 (Orange)	
심각 (Red)	

※ 등급별 상태는 3D 모델링 구현

<표 5-8> 혼잡위험도 등급별 상태 (광역환승센터)

구분	등급별 현장 상태 예시
안전 (Green)	
주의 (Yellow)	
경계 (Orange)	
심각 (Red)	

※ 경계, 심각 등급은 현장 촬영이 어려워, 3D 모델링 구현

<표 5-9> 혼잡위험도 등급별 상태 (버스터미널)

구분	등급별 현장 상태 예시
안전 (Green)	
주의 (Yellow)	
경계 (Orange)	
심각 (Red)	

※ 경계, 심각 등급은 현장 촬영이 어려워, 3D 모델링 구현

VI

혼잡위험도 안전관리 조치사항

6.1 안전관리 체계

6.2 실외형 교통시설

6.3 실내형 교통시설

6.4 조치사항 효과분석

제6장 혼잡위험도 안전관리 조치사항

6.1 안전관리 체계

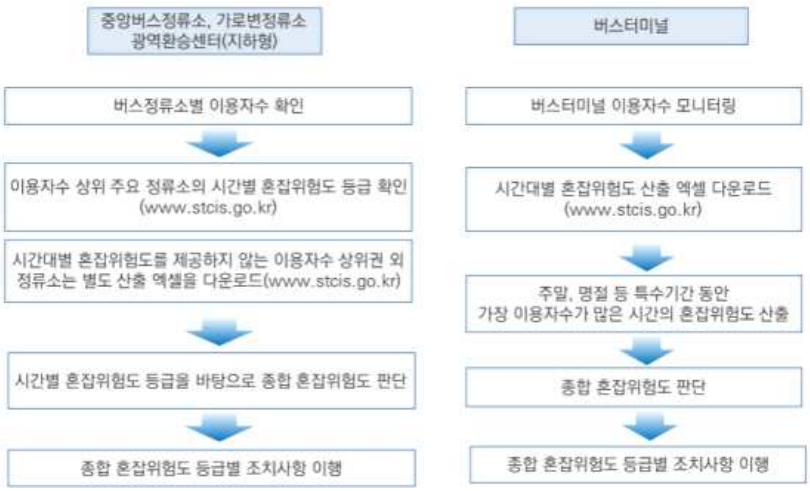
○ 교통시설 설치·관리자는 관내 교통시설의 혼잡위험도를 모니터링 후, 위험도 등급별 조치사항 이행을 위한 절차 및 체계는 다음과 같음

- (1단계) 교통카드 빅데이터 통합정보 시스템(www.stcis.go.kr)을 통해서 관내 버스정류소별 시간당 이용자수(승하차수, 하차자수) 확인 (수시 이용자수 패턴 모니터링)
- (2단계) 교통카드 빅데이터 통합정보 시스템(www.stcis.go.kr)을 통해서 관내 이용자수 상위 정류소의 시간별 혼잡위험도 등급 확인 (최소 6개월 마다 시간별 위험도 등급 확인)
- (3단계) 교통시설 설치·관리자는 시간별 혼잡위험도 등급을 바탕으로 해당 정류소의 종합 혼잡위험도를 판단
- (4단계) 물리적 한계 등으로 확장 등이 어려운 교통시설은 안전시설물 설치 등 조치사항 이행

○ 교통시설 설치·관리자는 교통카드 빅데이터 통합정보 시스템에서 시간대별 혼잡위험도 정보를 제공하지 않는 이용자수 상위권 외 정류소, 버스터미널 등은 별도 혼잡도 등급 산출 프로그램(엑셀) 이용

- 산출 프로그램은 교통카드 빅데이터 통합정보 시스템(www.stcis.go.kr)에 배포
- 터미널의 경우 주말, 명절 등 특수기간 동안 가장 이용자수가 많은 시간의 혼잡위험도를 산출하여 종합위험도 판단
- 종합 혼잡위험도 등급 결과에 따라 안전관리 조시사항 이행

○ 교통시설의 혼잡구역 안전관리 절차는 다음과 같음



<그림 6-1> 교통시설별 설치·관라자의 안전관리 절차

6.2 실외형 교통시설 (중앙 버스정류소 / 가로변 버스정류소)

6.2.1 종합

○ 혼잡위험도 조치사항은 국내·외에서 적용하고 있는 혼잡도 완화 관련 조치사항들을 참고함

○ 혼잡위험도 조치사항의 등급별로 구분 방법은 현장적용 가능성, 물리적 공사 필요여부 등을 종합적으로 고려하여, 전문가 그룹 인터뷰(Focus Group Interview, FGI) 방법을 이용하여 제시함

<표 6-1> 혼잡위험도 등급별 조치사항 종합 (실외형 교통시설)

구분	조치사항 구분	조치사항
안전 (Green)	모니터링	· 주기적(6개월) 모니터링
주의 (Yellow)	모니터링	· 주기적(3개월) 모니터링
경계 (Orange)	모니터링	· 주기적(3개월) 모니터링 · 시간대별 혼잡위험도가 'C'등급인 시간대는 현장방문 모니터링(3개월 주기)
	용량증대	· 노선별 한줄서기 (LED, 칼라표시)
	장애물 제거	· 바닥에 이동방향 노면표시
	이용객 분산	· 이용도 낮은 대기공간으로 분산(조명, 광고판, 음악 등) · 교통시설 이용자 수칙 전파 (이용자 수칙 게시물 부착)
심각 (Red)	모니터링	· 주기적(2개월) 모니터링 · 시간대별 혼잡위험도가 'C''D'등급인 시간대는 현장방문 모니터링(2개월 주기) · CCTV 등 설치를 통한 실시간 모니터링 검토
	용량증대	· 노선별 한줄서기 (LED, 칼라표시) · 대기장소 신설 또는 확장
	장애물 제거	· 바닥에 이동방향 노면표시 · 정류소 주변 장애물 제거(노점상 등)
	이용객 분산	· 이용도 낮은 대기공간으로 분산(조명, 광고판, 음악 등) · 노선별 대기공간 분리 · 인력에 의한 분산 유도 (교통시설 이용자 수칙 현장 방송)
	유입제한	· 무정차 통과

※ 상위등급은 하위등급의 조치사항을 적용할 수 있음

6.2.2 안전

가. 상황

1) 버스 정차노선이 많지 않아 이용자수가 적음

2) 수요 대비 시설 공급이 적절하여, 혼잡이 발생되지 않음

나. 조치사항

1) 이용자수에 대한 정기적인 모니터링 필요(6개월)

6.2.3 주의

가. 상황

1) 이용자수가 적지는 않으나, 적절한 규모로 교통시설이 공급되고 있어 혼잡으로 인한 안전사고 우려 위험이 적은 상태

2) 출퇴근시간, 주말 피크시간 등에서 시간대별 혼잡위험도 'C' 등급이 간헐적으로 발생하는 상황

나. 조치사항

1) 이용자수에 대한 정기적인 모니터링 필요(3개월)

6.2.4 경계

가. 상황

1) 중심업무지구, 상업지구 등 유동인구가 많은 곳에서 주기적으로 교통시설 이용자수가 많아지는 경우가 자주 발생하는 상태

2) 수요 대비 교통시설의 규모가 작아 시설적 보완을 하지 않으면 심각한 혼잡이 발생할 수 있어 예방이 필요한 상태

나. 조치사항

1) 종합 혼잡위험도를 정기적으로 모니터링(3개월)하고, 시간대별 혼잡위험도가 'C'등급인 정류소는 현장방문 모니터링을 통해 혼잡도 확인(3개월)

2) 노선별 한줄서기(노면표시, LED 등)

○ (개요) 버스 노선별로 대기선을 색깔 또는 조명으로 구분

○ (기대효과) 같은 노선의 버스를 이용하는 사람들끼리 그룹을 지어줌으로써 정류장내에서 혼잡발

생을 감소할 수 있음

○ (고려사항) 버스 번호와 색깔이 일치하도록 관리하여 이용객들의 혼란을 예방해야 함

<그림 6-2> 노선별 한줄서기 시설물 예시

3) 바닥에 이동방향 표시

○ (개요) 보행 이동 방향을 바닥에 화살표 등으로 표시

○ (기대효과) 마주 오는 사람들이 서로 부딪히지 않고 원활한 통행을 유도하여, 부딪힘으로 인한 넘어짐이나 깔림 등의 사고를 방지할 수 있음

○ (고려사항) 바닥표시 지워짐 등 시설물에 대한 지속적인 유지관리가 필요함

국립세종수목원 바닥안내표지

진주중앙시장 바닥안내문

조명 빔을 이용한 정보 안내 예시

<그림 6-3> 바닥에 이동방향 표시 예시

4) 이용도 낮은 대기공간으로 분산 (조명, 광고판, 음악)

○ (개요) 조명이나 광고판 등을 이용해 밀집도가 낮은 대기공간으로 이용자를 분산하여, 좁은 공간에 많은 인원이 밀집되는 것을 방지

○ (기대효과) 이용객이 좁은 공간에 집중되는 현상을 방지하여, 인당 점유 면적을 넓게 확보시킬 수 있음

○ (고려사항) 너무 과도하고 화려한 조명이나 광고판 등으로 인해 운전자와 보행자 모두에게 시야적인 방해요소가 될 수 있는 정류장은 음악이나 향기 등으로 운전자를 분산시키는 방법도 고려

광주 문화전당역 버스정류장(조명 활용)　　신촌로 버스정류장(광고판 활용)

<그림 6-4> 이용도 낮은 대기공간으로 분산 예시

5) 교통시설 이용자 수칙 전파(게시물)

○ (개요) 교통시설 이용자들의 분산과 질서유지를 위해 올바른 교통시설 이용 수칙을 이용자들에게 전달

○ (기대효과) 교통시설 내 혼잡구역에서 올바른 이용수칙을 제공함으로써, 이용자들이 뛰는 등 흐름에 방해가 되는 행위를 최소화 시키는 효과 기대

○ (고려사항) 이용자 수칙을 게시물로 작성하여 주요 혼잡 정류장의 잘 보이는 곳에 비치

6.2.5 심각

가. 상황

1) 교통시설 이용자수가 많아 이용자의 처리 속도가 느려져 교통시설 내 혼잡도가 증가

2) 혼잡으로 인한 안전사고가 발생할 수 있으며, 이용자가 불쾌감을 느낄 수 있는 상태

나. 조치사항('경계' 단계의 조치사항은 '심각' 단계에서도 사용할 수 있으며, 이 매뉴얼에서는 설명을 생략)

1) 종합 혼잡위험도를 정기적으로 모니터링(2개월)하고, 시간대별 혼잡위험도가 'C'등급 및 'D'등급인 정류소는 현장방문 모니터링을 통해 혼잡도 확인(2개월)

2) 혼잡위험도가 매우 높은 정류소는 CCTV 등 실시간 모니터링 체계를 갖추는 것을 검토

3) 대기장소 신설 또는 확장

○ (개요) 처음 정류소가 신설되었을 때 보다 주변 토지이용 등의 변화로 이용자수가 증가한 정류소에 적용

○ (기대효과) 좁은 대기공간으로 인해 보도 보행자와 버스 대기자, 승하차 이동자 등의 상충 및 혼잡을 방지

○ (고려사항) 일평균 승객수가 1,400명 이상이면 정류소 길이 6m, 2,000명 이상이면 정류소 가로길이 9m, 2,700명 이상 이면 가로길이 12m 적정

<그림 6-5> 대기장소 신설 또는 확장 예시

4) 정류장 주변 장애물 제거(노점상 등)

○ (개요) 정류장 주변에 있는 노점상, 광고판 등의 대기 또는 이동하는 사람에게 장애물을 제거

○ (기대효과) 사람들이 대기할 수 있는 공간을 더 확보하여 정류장을 지나는 보행자가 원활하게 통행할 수 있으며 대기자와 보행자의 상충을 최소화할 수 있음

○ (고려사항) 기존 노점상인 등의 민원이 발생할 수 있어, 보도정비 사업 등과 함께 시설개선을 검토하는 것을 권장

영중로(영등포역) 버스정류장 정비 전

영중로(영등포역) 버스정류장 정비 후

<그림 6-6> 정류장 주변 장애물 제거 조치 예시

5) 버스노선별 대기공간 분리

○ (개요) 광역버스, 시내버스, 마을버스별로 정류장을 따로 설치하거나, 같은 종류의 버스 중에서도 이용량이 많은 노선은 정차대를 분리

○ (기대효과) 버스를 이용하는 사람들이 한 곳에 모여서 버스가 올 때마다 대기자들간 상충이 생기는 것을 방지하고, 한줄서기를 유도할 수 있어 넘어짐 등의 사고를 방지

○ (고려사항) 바닥표시, 전광판 뿐만 아니라, 포털지도 등 버스 이용객이 많이 사용하는 정보시스템에도 노선별 대기공간 분리정보 제공하면 효과적인 분산을 기대할 수 있음

홍대입구역 중앙 버스정류소 스마트쉘터

노선별 대기장소를 바닥 색깔과 정류장 표지판 색깔을 구분

노선별 정차대 번호 안내전광판

<그림 6-7> 버스노선별 대기공간 분리 예시

6) 인력에 의한 분산 유도

○ (개요) 사람이 너무 많이 모여 있어 사고가 발생할 위험이 있다고 판단될 경우 관리자가 직접 나서서 사람들이 한 곳에 너무 많이 몰리거나 정지하는 사람들을 움직이도록 유도

○ (기대효과) 이용자들의 이동속도를 유지하게 하고, 이용자들의 분산 및 유고시 신속대응

○ (고려사항) 현장인력은 잘 보이는 야광조끼 등을 착용하여, 경광봉과 호루라기, 방송장비 등을 이용하여 이용객 분산을 유도하고, 교통시설 이용자 준수사항 전파

<그림 6-8> 인력에 의한 분산 유도 예시

7) 무정차 통과

○ (개요) 정류장 혼잡도가 매우 높아 사고의 위험이 높은 경우, 해당 정류장에 정차하지 않고 통과하거나 노선을 우회하여 운행하는 방법

○ (기대효과) 정류장의 한계수용 수준을 초과한 경우 지속적으로 사람이 유입되는 것을 방지하여 혼잡 해소 효과 기대

○ (고려사항) 평상시 보다는 축제, 행사 등 비정기적으로 발생하는 이벤트에 주로 조치할 수 있으며, 무정차 정류장 주변 정류장에 대해서는 행사 종료시까지 모니터링이 필요함

<그림 6-9> 무정차 통과 조치 예시

6.3 실내형 교통시설(광역환승센터 / 버스터미널)

6.3.1 종합

○ 혼잡위험도 등급별 조치사항은 현장적용 가능성, 물리적 공사 필요여부 등을 종합적으로 고려하여, 전문가 그룹 인터뷰(Focus Group Interview, FGI) 방법을 이용하여 제시함

<표 6-2> 혼잡위험도 등급별 조치사항 종합 (실내형 교통시설)

구분	조치사항 구분	조치사항
안전 (Green)	모니터링	· 주기적(6개월) 모니터링
주의 (Yellow)	모니터링	· 주기적(3개월) 모니터링
경계 (Orange)	모니터링	· 주기적(3개월) 모니터링 · 시간대별 혼잡위험도가 'C'등급인 시간대는 현장방문 모니터링(3개월 주기)
	용량증대	· 노선별 한줄서기 (LED, 칼라표시)
	장애물 제거	· 바닥에 방향 표시 · 쉘터, 의자 등 방해물 재배치 · 깔대기 모양의 이동통로 확보 · 이동통로, 대기공간 내 장애물 제거(노점상 등)
	이용객 분산	· 버스노선별 대기공간 분리 · 이용도 낮은 대기공간으로 분산(조명, 광고판, 음악 등) · 사용빈도가 낮은 출구 정보제공 · 교통시설 이용자 수칙 전파 (이용자 수칙 게시물 부착)
심각 (Red)	모니터링	· 주기적(2개월) 모니터링 · 시간대별 혼잡위험도가 'C'·'D'등급인 시간대는 현장방문 모니터링(2개월 주기) · CCTV 등 설치를 통한 실시간 모니터링 검토
	용량증대	· 노선별 한줄서기 (LED, 칼라표시) · 출구와 입구의 분리(승하차장 분리) · 대기장소 신설 또는 확장
	장애물 제거	· 바닥에 방향 표시 · 쉘터, 의자 등 방해물 재배치 · 깔대기 모양의 이동통로 확보 · 이동통로, 대기공간 내 장애물 제거(노점상 등) · 보행속도별 통행로 설치 분리
	이용객 분산	· 버스노선별 대기공간 분리 · 경로상 양방향 분리 · 이용도 낮은 대기공간으로 분산(조명, 광고판, 음악 등) · 사용빈도가 낮은 출구 정보제공 · 승차와 하차 장소 완전분리 · 인력에 의한 분산 유도 (교통시설 이용자 수칙 현장방송)
	유입제한	· 출입시설 통제 · 무정차 통과

※ 상위등급은 하위등급의 조치사항을 적용할 수 있음

6.3.2 안전

가. 상황

1) 버스 정차노선이 많지 않아 이용자수가 적음

2) 수요 대비 시설 공급이 적절하여, 혼잡이 발생되지 않음

나. 조치사항

1) 이용자수에 대한 정기적인 모니터링 필요(6개월)

6.3.3 주의

가. 상황

1) 이용자수가 적지는 않으나, 적절한 규모로 교통시설이 공급되고 있어 혼잡으로 인한 안전사고 우려 위험이 적은 상태

2) 출퇴근시간, 주말 피크시간 등에서 시간대별 혼잡위험도 'C' 등급이 간헐적으로 발생하는 상황

나. 조치사항

1) 이용자수에 대한 정기적인 모니터링 필요(3개월)

6.3.4 경계

가. 상황

1) 교통시설 이용자가 증가하면서 해당 시설의 규모에 비해 이용자가 많아 혼잡한 상황이 빈번하게 발생함

2) 실내형 교통시설의 혼잡위험도가 '경계' 등급일 경우 실외형 교통시설보다 대형사고가 발생할 위험이 더 크기 때문에 내부의 시설물을 개선할 대책이 필요함

나. 조치사항

1) 종합 혼잡위험도를 정기적으로 모니터링(3개월)하고, 시간대별 혼잡위험도가 'C'등급인 정류소는 현장방문 모니터링을 통해 혼잡도 확인

2) 노선별 한줄서기(노면표시, LED 등)

○ (개요) 버스 노선별로 대기선을 색깔 또는 조명으로 구분하거나 라바콘과 같은 시설물을 이용하여 같은 노선의 대기자는 한줄로 서서 대기할 수 있도록 조치

○ (기대효과) 같은 노선의 버스를 이용하는 사람들끼리 그룹을 지어줌으로써 정류장내에서 혼잡발생을 감소할 수 있음

○ (고려사항) 버스 번호와 색깔이 일치하는 등 시설물 유지관리 필요

<그림 6-10> 노선별 한줄서기 시설물 예시 (실내형)

3) 바닥에 방향 표시

○ (개요) 보행 방향을 바닥에 화살표로 표시

○ (기대효과) 마주오는 사람들이 서로 상충되지 않고 원활한 통행을 유도하며, 방향을 찾기위해 정지하는 사람을 감소시켜줘 이동연속성 보장

○ (고려사항) 바닥에 색깔로 방향을 구분할 시에는 지하철 노선 색깔과 혼동이 오지 않도록 설치 필요하며, 사람들의 최단거리 이동경로에 설치

<그림 6-11> 바닥 방향표시 시설물 예시 (실내형)

4) 쉘터, 의자 등 방해물 재배치

○ (개요) 사람들이 대기하거나 이동하는데 방해가 될 수 있는 의자나 칸막이 등의 물체를 이동 동선 외에 장소로 배치

○ (기대효과) 보행자들의 속도가 느려지지 않고 원활하게 통행

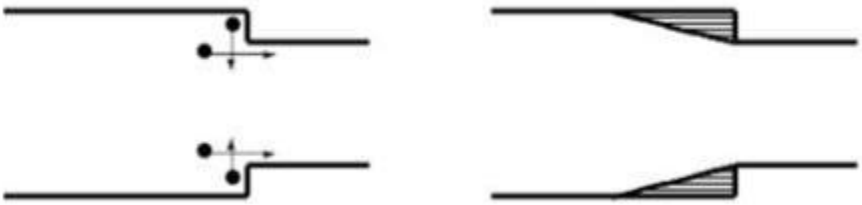
○ (고려사항) 대기공간과 승차공간은 층간 구분을 권장하며, 건축물의 구조 등을 고려하여 결정

<그림 6-12> 쉘터, 의자 등 방해물 재배치 예시 (부산 터미널)

5) 깔때기 모양(funnel shaped)의 이동통로 확보

○ (개요) 좁아지는 통로에 모서리가 있을 경우 그 곳에 물체를 놓는 방법으로 모서리를 없애고 통로 진입 각도를 완만하게 만드는 방법

○ (기대효과) 사람들이 서로 부딪히지 않고 통로에 부드럽게 진입할 수 있어 처리용량이 최대가 됨



<그림 6-13> 깔대기 모양 통로 개념도

6) 이동통로, 대기공간 내 장애물 제거(노점상 등)

○ (개요) 정류장 주변에 있는 노점상 등의 장애물을 없애 사람들이 서 있을 수 있는 공간을 더 넓히고 근처를 지나는 사람들이 원활하게 통행

○ (기대효과) 보행자에게 방해가 되는 것들을 제거해줌으로써, 보행속도를 일정하게 유지시켜 줌

점포정리 전

점포정리 후

<그림 6-14> 이동통로 내 장애물 제거 사례

7) 버스노선별 대기공간 분리

○ (개요) 광역환승센터·버스터미널의 경우 목적지 권역별로 대기공간을 분리하는 방법

○ (기대효과) 목적지 권역별로 대기공간을 분리하여 다른 권역별 이용자가 혼재가 되지 않아 상충 및 혼잡감소

<그림 6-15> 버스노선별 분리 안내도 예시

8) 이용도 낮은 대기공간으로 분산 (조명, 광고판)

○ (개요) 조명이나 광고판 등을 이용해 밀집도가 낮은 대기공간으로 이용객을 유도

○ (기대효과) 이용객이 특정 장소에 집중되어 있는 현상을 방지

○ (고려사항) 실내형 교통시설의 경우 이동통로에 사람들이 정지하는 경우 다른 보행자들과 부딪쳐 넘어질 수 있고, 추가 사고 발생의 위험이 있으므로 이동통로에는 설치하지 않고, 대기공간에만 설치

<그림 6-16> 홍보물로 이도 낮은 공간 분산 사례

9) 사용빈도 낮은 출구 정보 제공(표시)

○ (개요) 사람들이 적게 이용하는 출구의 안내표지를 잘 보이는 곳에 설치하고 사용을 유도

○ (기대효과) 하나의 출구로만 사람이 몰리는 것을 방지하여 이용자들을 분산시킬 수 있음

대구 지하철 중앙로역 출구 안내

출인구에 적용한 혼잡정보 표지(예시)

<그림 6-17> 사용빈도 낮은 출구 이용 유도 사례

10) 교통시설 이용자 수칙 전파(게시물)

○ (개요) 교통시설 이용자들의 분산과 질서유지를 위해 올바른 교통시설 이용수칙을 이용자들에게 전달

○ (기대효과) 교통시설 내 혼잡구역에서 올바른 이용수칙을 제공함으로써, 이용자들이 뛰는 등 흐름에 방해가 되는 행위 최소화

○ (고려사항) 이용자 수칙을 게시물로 작성하여 주요 혼잡정류장의 잘 보이는 곳에 비치

○ (사례) 본 보고서의 6.5장 이용자 수칙 내용을 참고

6.3.5 심각

가. 상황

1) 혼잡위험도 등급이 빈번하게 '경계', '심각' 으로 도출되는 정류장으로써, 사전 예방 조치뿐만 아니라, 유사시 응급대응 체계와 연계하여 관리가 필요함

2) 혼잡으로 인한 안전사고 상황이 우려되어, '경계' 단계보다 더욱 적극적인 조치가 필요한 상황

나. 조치사항

1) 종합 혼잡위험도를 정기적으로 모니터링(2개월)하고, 시간대별 혼잡위험도가 'C'등급 및 'D등급'인 정류소는 현장방문 모니터링을 통해 혼잡도 확인

2) 혼잡위험도가 매우 높은 정류소는 CCTV 등 실시간 모니터링 체계를 갖추는 것을 검토

3) 출구와 입구의 분리

○ (개요) 교통시설 내 2개 이상의 게이트가 있을 경우 출구 전용, 입구 전용으로 게이트를 분리하여 출입구의 이용자 처리용량을 증대시키는 방법

○ (기대효과) 보행 흐름을 원활하게 하여 들어가는 사람과 나오는 사람 간의 간섭으로 보행 속도가 느려지고 정체와 혼잡이 발생하는 것을 예방할 수 있음

서울역

영국

<그림 6-18> 출구와 입구 분리 사례

4) 대기장소 신설 또는 확장

○ (개요) 기존 교통시설의 이용자 대기장소가 이용자 수에 비해 수용인원이 부족해 사고가 날 위험이 있거나 이용자의 불편이 있다고 판단될 경우 새로운 대기장소를 신설하거나 기존의 대기장소를 확장

○ (기대효과) 물리적으로 교통시설의 이용자 처리용량을 증가시키는 방법으로, 이용자들의 인당 제

공면적을 넓혀주어 혼잡도를 완화할 수 있음

<그림 6-19>대기장소 신설 사례(동대구역)

5) 보행속도별 통행로 설치

○ (개요) 추월차로와 같이 빨리 걷는 사람용 통행로를 따로 설치하여 이동통로 내 보행자의 보행속도를 일정하게 유지

○ (기대효과) 빨리 걷는 사람과 느리게 걷는 사람을 분리하여 밀거나 넘어짐 등의 현상을 방지하고 혼잡도를 완화시키는 효과

○ (고려사항) 일방통행으로 인한 분리와 혼동되지 않도록 보행속도에 따른 구분을 명확하게 할 수 있도록 설치할 필요가 있음

영국

김포공항역

<그림 6-20> 보행속도별 통행로 설치 사례

6) 경로상 양방향 흐름 분리(분리줄 등으로 일시적)

○ (개요) 혼잡할 경우 일시적으로 길의 가운데에 분리줄 등을 설치하여 우측통행 유도

○ (기대효과) 양방향 이동통로를 방향별로 분리하는 것은 이용자들끼리 상충이나 정체를 줄여주기 때문에 이용자들의 이동속도가 높아지게 되며, 이는 이용자 처리용량을 증대시키는 효과가 발생함

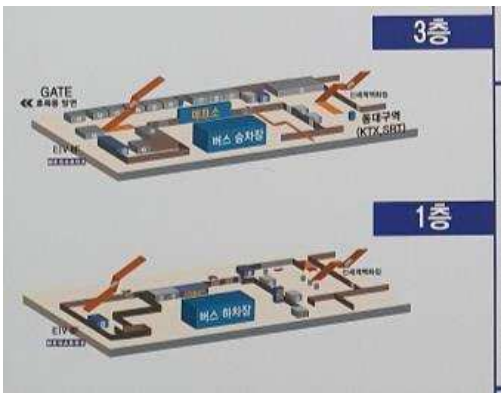
○ (고려사항) 화장실 등 이용시설에 대한 불편이 없도록 보행동선을 분리계획 해야하며, 분리줄 등으로 위급시에는 양방통행이 되도록 고려

<그림 6-21>방향별 분리줄 설치 사례

7) 승차와 하차 장소 완전분리

○ (개요) 버스 승차장과 하차장을 완전히 분리

○ (기대효과) 승차 이용객과 하차 이용객의 동선을 분리해 보행 흐름이 서로 간섭되지 않게함



동대구 복합환승센터

고속버스터미널

<그림 6-22> 승하차장 분리 사례

8) 인력에 의한 분산 유도

○ (개요) 교통시설 내부에 이용자가 많고 밀집되어 있어 사고가 발생할 위험이 있다고 판단될 경우 관리자가 직접 나서서 밀집되어 있는 사람들을 분산시키거나 출구방향을 안내하여 정지해 있는 사람들을 움직이도록 유도함

○ (기대효과) 이용자들의 이동 속도를 유지하게 할 수 있고, 사고 발생시 신속한 대응이 가능함

○ (고려사항) ①버스터미널 사업자의 경우는 복합상업시설 사업자와 광역환승센터 운영자의 경우 도시철도운영자와 협업하여 혼잡 안전관리자 배치, ②현장인력은 잘 보이는 야광조끼 등을 착용하여, 경광봉과 호루라기, 방송장비 등을 이용하여 이용객 분산을 유도하고, 교통시설 이용자 준수사항 전파

<그림 6-23> 인력에 의한 분산유도 사례

9) 출입시설 통제

○ (개요) 행사와 같은 예외적인 경우, 교통시설의 이용자 수가 수용 가능한 범위를 초과하거나 사람들이 몰려서 사고가 날 수 있다고 판단되는 경우 일시적으로 출입구에서 사람들의 출입을 통제

○ (기대효과) 공간 내부의 최대 수용인원을 초과할 수 없도록 하여 혼잡으로 인한 사고 방지

○ (고려사항) 출입시설 통제가 해제되었을 경우 외부 대기자가 한꺼번에 이동하면서 그 과정에서 밀침 등으로 인한 사고 위험이 있으므로, 게이트 설치를 통해 외부 대기자가 교통시설에 안전하게 진입하는 것을 고려해야 함

<그림 6-24> 출입시설 통제 사례

10) 무정차 통과

○ (개요) 정류소 혼잡도가 매우 높아 사고의 위험이 높은 경우, 해당 정류소에 정차하지 않고 통과하거나 노선을 우회하여 운행

○ (기대효과) 정류소의 한계수용 수준을 초과한 경우 지속적으로 사람이 유입되는 것을 방지하여 혼잡 해소 효과

○ (고려사항) 평상시 보다는 축제, 행사 등 이벤트시 주로 조치할 수 있으며, 무정차 정류소 주변 정류소에 대해서는 행사 종료시까지 모니터링 필요

6.4 조치사항 효과분석

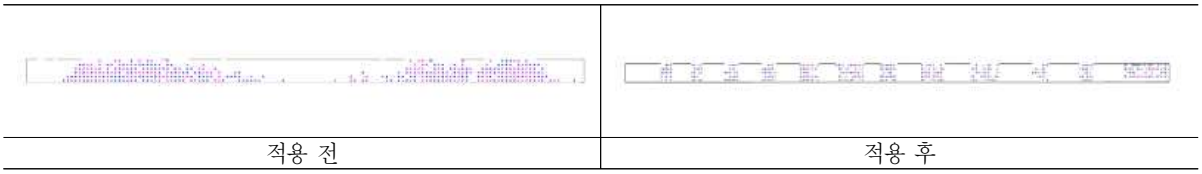
○ 실외형, 실내형 시설에 대하여 주요 조치사항에 대한 개선효과를 추정하기 위해 시뮬레이션 분석을 수행함

6.4.1. 실외형 시설 조치사항 효과도 추정

○ 실외형 시설의 시뮬레이션 분석 시 이용자수는 355명, 유효보도폭 2.5m, 정차면수 4개 적용

○ 노선별 한줄서기와 바닥 안내문 대책을 적용하여, 이용자를 분산시키는 대책을 적용하였음

○ 시뮬레이션 분석 시 개선대책으로 인해 초기 점유자수가 분산됨을 확인할 수 있음



적용 전 | 적용 후

<그림 6-25> 실외형 시설 대책 효과도 추정 시뮬레이션

<표 6-3> 실외형 시설 조치사항 효과도 추정 시 변수 입력값

항목	입력값
이용자수	355명
유효보도폭	2.5m
정차면수	4개
대기공간 유효면적	287.5㎡
횡단보도수	1개
횡단보도폭	14m

○ 시뮬레이션은 iteration 마다 값이 조금씩 상이하므로 반복 시뮬레이션하여 평균값을 사용함

○ 시뮬레이션 분석 결과 개선대책 적용 전 AWT는 10.4초, 적용 후 8.6초로 약 17.3% 감소

○ 이를 혼잡위험등급으로 환산한 결과 경계 등급에서 주의 등급으로 개선된 것으로 분석됨

<표 6-4> 실외형 시설 조치사항 효과도 추정 결과

구분	개선대책 적용 전	개선대책 적용 후
AWT	10.4초	8.6초 (▼17.3%)
Ln(AWT)	2.3	2.2
위험등급	경계	주의

6.4.2. 실내형 시설 대책 효과도 추정

○ 실내형 시설의 시뮬레이션 분석 시 이용자수는 3,250명, 보행통로 유효폭은 10m, 보행통로의 길이는 95m 적용

○ 개선대책으로 출입구 혼잡정보 표지와 바닥안내문을 설치하여 보행의 동선을 분리하는 방안을 적용하여 시뮬레이션 분석을 수행

적용 전 | 적용 후

<그림 6-26> 실내형 시설 대책 효과도 추정 시뮬레이션

<표 6-5> 실내형 시설 조치사항 효과도 추정 시 변수 입력값

항목	입력값
이용자수	3,250명
보행통로유효폭	10m
보행통로길이	95m
보행통로면적	950m²
출입구폭	32m

○ 시뮬레이션은 iteration 마다 값이 조금씩 상이하므로 반복 시뮬레이션하여 평균값을 사용함

○ 시뮬레이션 분석 결과 개선대책 적용 전 AWT는 48.3초, 적용 후 38.9초로 약 19.3% 감소

○ 이를 혼잡위험등급으로 환산한 결과 심각 등급에서 경계 등급으로 개선된 것으로 분석됨

<표 6-6> 실내형 시설 조치사항 효과도 추정 결과

구분	개선대책 적용 전	개선대책 적용 후
AWT	48.3	38.9 (▼19.3%)
Ln(AWT)	3.8	3.6
위험등급	심각	경계

6.5 이용자 수칙

6.5.1. 목적

○ 이 장은 교통시설 설치·관리자들이 혼잡으로 인한 안전사고 예방을 위해서 교통시설 이용자들이 지켜야 할 사항들을 제공해 줄 필요가 있어 가이드를 제공하고자함

○ 교통시설 이용시 공통적으로 이용자가 준수해야 하는 사항과 시설별 특성에 따라 준수해야 하는 사항을 구분하여 제시함

○ 아래 준수사항 등을 교통시설 이용자들이 잘 볼 수 있는 장소에 게시하여 활용할 수 있음

6.5.2. 공통사항

○ 교통시설 이용자는 보행속도를 일관되게 유지하고, 속도별 이동통로를 분리하여 제공하는 시설에서는 자신의 보행속도에 맞는 통로를 이용합니다.

○ 교통시설 이용자는 교통수단(버스)을 대기하는 경우 정해진 대기공간을 이용해야 하며, 노선별 대기 정보 매체(바닥표시, 표지판, 전광판 등)를 확인해야 합니다.

○ 교통시설 이용자는 환승 등을 위해서 이동하는 경우 이동통로에서 보행중 정지하거나, 뛰는 등의 행동을 하지 말아야 합니다.

○ 교통시설 이용자는 시설 내에서 이동하는 경우 전자매체(핸드폰 등)를 이용한 영상 시청 등은 잠시 멈추는 것이 좋습니다.

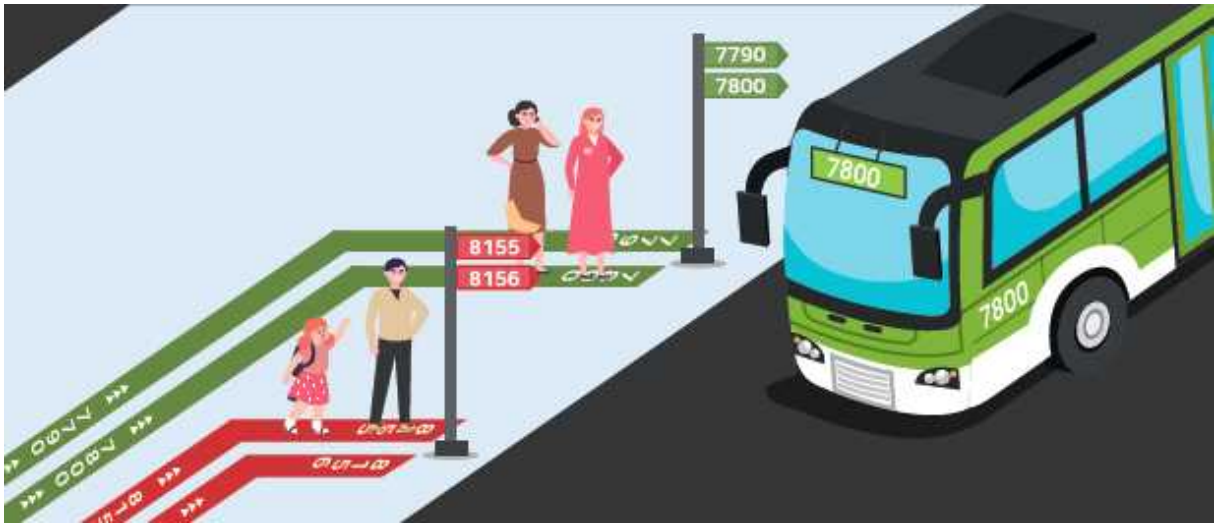
○ 교통시설 내 혼잡 안전관리자가 있는 교통시설에서는 안내하는 사항에 따라 대기 및 이동을 해야합니다.

6.5.3. 중앙 버스정류소

○ 중앙 버스정류소 이용자는 대기공간이 앞쪽(횡단보도와 가까운 쪽)에서만 대기하지 말고, 중앙섬 전체를 활용하여 빈 공간에서 대기해야 합니다.

○ 중앙 버스정류소에 하차한 이용자는 횡단보도를 향해 뛰는 행동은 하지 말아야 하고, 횡단보도 보행신호가 깜박이는 경우는 건너지 않는 것이 좋습니다.

○ 중앙 버스정류소에서 대기공간을 노선별로 분리한 경우는 승차하려는 노선 번호에 맞는 공간에서 대기해야 합니다.



○ 중앙 버스정류소에서 버스 승차를 대기하는 이용자는 버스도착정보시스템을 확인하여 승차 준비를 해야합니다.

6.5.4. 가로변 버스정류소

○ 가로변 버스정류장 이용자는 쉘터를 벗어나지 않는 공간에서 대기하며, 보도 이용자(보행자)의 통행을 방해하지 않아야 합니다.

○ 가로변 버스정류장에서 하차하는 이용자는 뒷문을 이용해야 하며, 하차 후, 버스 후면으로 이동하여 정류장을 벗어나야 합니다.

○ 가로변 버스정류장 승차 대기자는 보도상에서 대기해야 하며, 보도에서 내려와 도로부분에서 대기하지 않아야 합니다.

6.5.5. 광역환승센터

○ 지하형 광역환승센터 이용자는 환승 출입구에서 이용량이 적은 출구를 이용하며, 별도의 혼잡정보 알림판이 있는 경우는 해당 정보를 활용하여 출입구를 정해야 합니다.

6.5.6. 버스터미널

○ 버스터미널 이용자는 에스컬레이터, 계단 등을 이용할 경우 뛰는 행동을 금지하고, 안전하게 이동해야 합니다.

○ 부피가 큰 짐 등을 소유한 이용자는 다른 사람과 부딪히지 않도록 카트 등을 이용하는 것이 좋습니다.

부록

1. 시뮬레이션 분석 결과

1.1. 중앙 버스정류소

순번	AWT	OPS	점유자수	유효보도폭	정차면수	대기공간유효면적	횡단보도수	횡단보도폭
1	23.81	0	355	2.5	4	175	1	6
2	16.8	0	355	2.5	4	175	1	10
3	15.1	0	355	2.5	4	175	1	14
4	12.79	0	355	2.5	4	175	1	20
5	9.73	0.012	355	2.5	4	175	2	6
6	5.11	0.017	355	2.5	4	175	2	10
7	5.43	0.079	355	2.5	4	175	2	14
8	2.99	0.029	355	2.5	4	175	2	20
9	20.03	0	355	2.5	7	287.5	1	6
10	11.17	0	355	2.5	7	287.5	1	10
11	10.46	0	355	2.5	7	287.5	1	14
12	8.2	0	355	2.5	7	287.5	1	20
13	6.66	0.077	355	2.5	7	287.5	2	6
14	4.16	0.13	355	2.5	7	287.5	2	10
15	2.07	0.048	355	2.5	7	287.5	2	14
16	1.7	0.037	355	2.5	7	287.5	2	20
17	20.48	0	355	3.0	4	210	1	6
18	14.35	0	355	3.0	4	210	1	10
19	9.61	0	355	3.0	4	210	1	14
20	8.04	0	355	3.0	4	210	1	20
21	7.66	0.064	355	3.0	4	210	2	6
22	6.2	0.035	355	3.0	4	210	2	10
23	2.55	0.023	355	3.0	4	210	2	14
24	2.26	0.026	355	3.0	4	210	2	20
25	14.77	0	355	3.0	7	345	1	6
26	10.52	0	355	3.0	7	345	1	10
27	8.09	0	355	3.0	7	345	1	14
28	6.09	0	355	3.0	7	345	1	20
29	5.49	0.081	355	3.0	7	345	2	6
30	3.36	0.017	355	3.0	7	345	2	10
31	2.74	0.083	355	3.0	7	345	2	14
32	1.81	0.037	355	3.0	7	345	2	20
33	17.54	0	355	3.5	4	245	1	6
34	13.43	0	355	3.5	4	245	1	10
35	12.53	0	355	3.5	4	245	1	14

36	12.6	0	355	3.5	4	245	1	20
37	8.32	0.082	355	3.5	4	245	2	6
38	3.68	0.033	355	3.5	4	245	2	10
39	1.77	0.142	355	3.5	4	245	2	14
40	0.8	0.024	355	3.5	4	245	2	20
41	12.9	0	355	3.5	7	402.5	1	6
42	11.59	0	355	3.5	7	402.5	1	10
43	8.18	0	355	3.5	7	402.5	1	14
44	6.49	0	355	3.5	7	402.5	1	20
45	5.21	0.058	355	3.5	7	402.5	2	6
46	3.12	0.115	355	3.5	7	402.5	2	10
47	2.01	0.079	355	3.5	7	402.5	2	14
48	1.11	0.024	355	3.5	7	402.5	2	20
49	33.85	0	426	2.5	4	175	1	6
50	25.48	0	426	2.5	4	175	1	10
51	23.08	0	426	2.5	4	175	1	14
52	21.58	0	426	2.5	4	175	1	20
53	14.68	0.094	426	2.5	4	175	2	6
54	7.76	0.093	426	2.5	4	175	2	10
55	6.53	0.004	426	2.5	4	175	2	14
56	4.67	0.184	426	2.5	4	175	2	20
57	17.68	0	426	2.5	7	287.5	1	6
58	14.81	0	426	2.5	7	287.5	1	10
59	11.77	0	426	2.5	7	287.5	1	14
60	10.67	0	426	2.5	7	287.5	1	20
61	9.77	0.125	426	2.5	7	287.5	2	6
62	7.19	0.082	426	2.5	7	287.5	2	10
63	4.52	0.052	426	2.5	7	287.5	2	14
64	2.73	0.113	426	2.5	7	287.5	2	20
65	28.99	0	426	3.0	4	210	1	6
66	22.47	0	426	3.0	4	210	1	10
67	15.6	0	426	3.0	4	210	1	14
68	13.78	0	426	3.0	4	210	1	20
69	12.74	0.067	426	3.0	4	210	2	6
70	7.21	0.031	426	3.0	4	210	2	10
71	4.82	0.003	426	3.0	4	210	2	14
72	1.68	0.056	426	3.0	4	210	2	20
73	19.47	0	426	3.0	7	345	1	6
74	16.21	0	426	3.0	7	345	1	10
75	13.68	0	426	3.0	7	345	1	14

76	8.92	0	426	3.0	7	345	1	20
77	7.54	0.088	426	3.0	7	345	2	6
78	4.87	0.108	426	3.0	7	345	2	10
79	2.63	0.037	426	3.0	7	345	2	14
80	1.7	0.14	426	3.0	7	345	2	20
81	26.97	0	426	3.5	4	245	1	6
82	22.42	0	426	3.5	4	245	1	10
83	18.59	0	426	3.5	4	245	1	14
84	11.67	0	426	3.5	4	245	1	20
85	8.77	0.015	426	3.5	4	245	2	6
86	5.74	0.037	426	3.5	4	245	2	10
87	3.01	0.022	426	3.5	4	245	2	14
88	1.43	0.049	426	3.5	4	245	2	20
89	17.65	0	426	3.5	7	402.5	1	6
90	16.15	0	426	3.5	7	402.5	1	10
91	12.98	0	426	3.5	7	402.5	1	14
92	11.16	0	426	3.5	7	402.5	1	20
93	8.33	0.085	426	3.5	7	402.5	2	6
94	4.49	0.179	426	3.5	7	402.5	2	10
95	3.26	0.097	426	3.5	7	402.5	2	14
96	1.77	0.15	426	3.5	7	402.5	2	20
97	14.74	0	284	2.5	4	175	1	6
98	8.55	0	284	2.5	4	175	1	10
99	7.47	0	284	2.5	4	175	1	14
100	6.22	0	284	2.5	4	175	1	20
101	4.53	0.193	284	2.5	4	175	2	6
102	2.26	0.027	284	2.5	4	175	2	10
103	0.75	0.004	284	2.5	4	175	2	14
104	0.45	0.034	284	2.5	4	175	2	20
105	11.73	0	284	2.5	7	287.5	1	6
106	7.26	0	284	2.5	7	287.5	1	10
107	7.15	0	284	2.5	7	287.5	1	14
108	5.5	0	284	2.5	7	287.5	1	20
109	4.28	0	284	2.5	7	287.5	2	6
110	2.53	0.11	284	2.5	7	287.5	2	10
111	2	0.161	284	2.5	7	287.5	2	14
112	1.95	0.148	284	2.5	7	287.5	2	20
113	12.74	0	284	3.0	4	210	1	6
114	7.85	0	284	3.0	4	210	1	10
115	7.13	0	284	3.0	4	210	1	14

116	5.56	0	284	3.0	4	210	1	20
117	5.47	0.038	284	3.0	4	210	2	6
118	2.74	0.074	284	3.0	4	210	2	10
119	0.83	0.013	284	3.0	4	210	2	14
120	0.64	0.131	284	3.0	4	210	2	20
121	9.09	0	284	3.0	7	345	1	6
122	8.14	0	284	3.0	7	345	1	10
123	5.59	0	284	3.0	7	345	1	14
124	4.09	0	284	3.0	7	345	1	20
125	3.7	0.058	284	3.0	7	345	2	6
126	1.78	0.078	284	3.0	7	345	2	10
127	1.1	0.03	284	3.0	7	345	2	14
128	0.33	0.037	284	3.0	7	345	2	20
129	11.95	0	284	3.5	4	245	1	6
130	6.93	0	284	3.5	4	245	1	10
131	6.53	0	284	3.5	4	245	1	14
132	3.87	0	284	3.5	4	245	1	20
133	3.44	0.09	284	3.5	4	245	2	6
134	2.98	0.037	284	3.5	4	245	2	10
135	1.46	0.046	284	3.5	4	245	2	14
136	0.63	0.068	284	3.5	4	245	2	20
137	9.55	0	284	3.5	7	402.5	1	6
138	7.47	0	284	3.5	7	402.5	1	10
139	6.36	0	284	3.5	7	402.5	1	14
140	4.86	0	284	3.5	7	402.5	1	20
141	4.7	0.042	284	3.5	7	402.5	2	6
142	1.65	0.065	284	3.5	7	402.5	2	10
143	0.88	0.059	284	3.5	7	402.5	2	14
144	0.64	0.057	284	3.5	7	402.5	2	20
145	13.85	0	298	2.5	4	175	1	10
146	12.82	0	286	2.5	4	175	1	10
147	23.9	0	437	2.5	4	175	1	10
148	36.26	0	497	2.5	4	175	1	10
149	35.69	0	507	2.5	4	175	1	10
150	15.3	0	333	2.5	4	175	1	10
151	23.51	0	421	2.5	4	175	1	10
152	17.11	0	373	2.5	4	175	1	10
153	6.6	0	226	2.5	4	175	1	16
154	32.6	0	493	2.5	4	175	1	16
155	22.3	0	387	2.5	4	175	1	16

156	7.73	0	243	2.5	4	175	1	16
157	4.54	0	199	2.5	4	175	1	16
158	39.46	0	516	2.5	4	175	1	16
159	34.7	0	472	2.5	4	175	1	16
160	15.25	0	344	2.5	4	175	1	16
161	11.07	0.058	474	3.5	4	245	2	6
162	8.86	0.117	411	3.5	4	245	2	6
163	2.59	0.027	285	3.5	4	245	2	6
164	10.05	0.017	333	3.5	4	245	2	6
165	3.73	0.045	204	3.5	4	245	2	6
166	16.03	0.001	433	3.5	4	245	2	6
167	9.67	0.042	402	3.5	4	245	2	6
168	9.99	0.086	409	3.5	4	245	2	6
169	11.32	0.091	457	3.5	4	245	2	6
170	1.58	0.247	191	3.5	4	245	2	6
171	7.01	0.004	323	3.5	4	245	2	6
172	8.45	0.069	433	3.5	4	245	2	6
173	7.52	0.071	395	3.5	4	245	2	6
174	7.85	0.034	398	3.5	4	245	2	6
175	13.69	0.104	526	3.5	4	245	2	6
176	9.14	0.13	361	3.5	4	245	2	6
177	10.86	0	295	2.5	7	287.5	1	10
178	13.8	0	318	2.5	7	287.5	1	10
179	28.09	0	530	2.5	7	287.5	1	10
180	16.44	0	358	2.5	7	287.5	1	10
181	18.43	0	434	2.5	7	287.5	1	10
182	10.73	0	295	2.5	7	287.5	1	10
183	5.74	0	239	2.5	7	287.5	1	10
184	9.57	0	282	2.5	7	287.5	1	10
185	6.45	0	258	2.5	7	287.5	1	16
186	20.42	0	458	2.5	7	287.5	1	16
187	3.36	0	208	2.5	7	287.5	1	16
188	1.83	0	184	2.5	7	287.5	1	16
189	10.32	0	350	2.5	7	287.5	1	16
190	4.19	0	241	2.5	7	287.5	1	16
191	28.43	0	521	2.5	7	287.5	1	16
192	18.33	0	519	2.5	7	287.5	1	16
193	7.08	0.108	414	3.5	7	402.5	2	6
194	2.45	0.047	194	3.5	7	402.5	2	6
195	4.93	0.09	322	3.5	7	402.5	2	6

196	9.96	0.157	521	3.5	7	402.5	2	6
197	2.61	0.03	207	3.5	7	402.5	2	6
198	1.5	0.14	159	3.5	7	402.5	2	6
199	2.86	0.038	251	3.5	7	402.5	2	6
200	1.72	0.079	150	3.5	7	402.5	2	6

1.2 가로변 버스정류소(버스베이형)

순번	AWT	OPS	점유자수	유효보도폭	정차면수	대기공간유효면적
1	4.46	0.250	188	2	1	198.75
2	1.46	0.454	187	3	2	303.75
3	1.33	0.570	389	4	4	498.75
4	0.62	0.660	327	5	7	828.75
5	3.48	0.195	416	6	1	438.75
6	2.78	0.325	357	7	2	603.75
7	0.34	0.585	376	8	4	918.75
8	11.28	0.480	484	2	7	378.75
9	2.45	0.301	251	3	1	258.75
10	1.36	0.469	245	4	2	378.75
11	0.61	0.589	267	5	4	603.75
12	0.49	0.719	293	6	7	978.75
13	1.31	0.254	446	7	1	498.75
14	4.45	0.247	396	8	2	678.75
15	7.65	0.418	329	2	4	288.75
16	1.29	0.684	381	3	7	528.75
17	1.36	0.308	182	4	1	318.75
18	0.49	0.452	223	5	2	453.75
19	0.22	0.609	283	6	4	708.75
20	0.45	0.657	328	7	7	1128.75
21	0.83	0.352	212	8	1	558.75
22	25.22	0.476	434	2	2	228.75
23	3.35	0.528	432	3	4	393.75
24	0.72	0.676	340	4	7	678.75
25	2.23	0.244	351	5	1	378.75
26	4.82	0.211	406	6	2	528.75
27	1.18	0.545	488	7	4	813.75
28	0.27	0.692	276	8	7	1278.75
29	17.73	0.431	407	2	1	198.75
30	9.91	0.350	386	3	2	303.75
31	1.29	0.535	346	4	4	498.75
32	1.03	0.703	465	5	7	828.75
33	2.76	0.138	241	6	1	438.75
34	0.72	0.416	216	7	2	603.75
35	0.18	0.603	220	8	4	918.75
36	2.83	0.614	380	2	7	378.75
37	14.37	0.184	466	3	1	258.75

38	2.77	0.374	332	4	2	378.75
39	0.84	0.605	401	5	4	603.75
40	0.44	0.705	395	6	7	978.75
41	2.09	0.216	257	7	1	498.75
42	0.47	0.500	204	8	2	678.75
43	1.67	0.583	210	2	4	288.75
44	0.86	0.712	258	3	7	528.75
45	2.80	0.049	319	4	1	318.75
46	0.88	0.457	261	5	2	453.75
47	0.34	0.589	231	6	4	708.75
48	0.49	0.690	358	7	7	1128.75
49	4.28	0.098	413	8	1	558.75
50	12.77	0.423	249	2	2	228.75
51	1.09	0.585	279	3	4	393.75
52	0.45	0.704	266	4	7	678.75
53	6.35	0.070	432	5	1	378.75
54	1.5	0.452	224	6	2	528.75
55	0.39	0.569	269	7	4	813.75
56	0.62	0.661	465	8	7	1278.75
57	7.59	0.160	273	2	1	198.75
58	11.7	0.261	467	3	2	303.75
59	1.27	0.555	383	4	4	498.75
60	0.7	0.621	274	5	7	828.75
61	7.26	0.104	479	6	1	438.75
62	0.97	0.442	282	7	2	603.75
63	1.01	0.581	362	8	4	918.75
64	3.1	0.571	381	2	7	378.75
65	17.85	0.028	461	3	1	258.75
66	9.64	0.364	481	4	2	378.75
67	0.63	0.590	275	5	4	603.75
68	0.44	0.715	386	6	7	978.75
69	5.04	0.124	453	7	1	498.75
70	2.69	0.283	312	8	2	678.75
71	10.76	0.511	455	2	4	288.75
72	3.33	0.585	480	3	7	528.75
73	2.61	0.068	262	4	1	318.75
74	0.37	0.544	185	5	2	453.75
75	0.31	0.604	252	6	4	708.75
76	0.92	0.691	425	7	7	1128.75
77	1.81	0.184	251	8	1	558.75

78	16.22	0.439	268	2	2	228.75
79	0.8	0.573	190	3	4	393.75
80	0.87	0.676	427	4	7	678.75
81	5.92	0.023	296	5	1	378.75
82	6.87	0.146	478	6	2	528.75
83	1.33	0.559	360	7	4	813.75
84	0.68	0.684	484	8	7	1278.75
85	23.02	0.284	398	2	1	198.75
86	15	0.290	447	3	2	303.75
87	0.58	0.585	222	4	4	498.75
88	0.83	0.698	468	5	7	828.75
89	6.99	0.090	455	6	1	438.75
90	1.01	0.472	230	7	2	603.75
91	1.07	0.564	370	8	4	918.75
92	3.2	0.636	414	2	7	378.75
93	14.50	0.166	423	3	1	258.75
94	2.27	0.422	285	4	2	378.75
95	0.38	0.595	171	5	4	603.75
96	0.27	0.712	286	6	7	978.75
97	7.17	0.100	347	7	1	498.75
98	0.22	0.450	202	8	2	678.75
99	1.63	0.525	225	2	4	288.75
100	0.75	0.711	311	3	7	528.75
101	14.70	0.014	486	4	1	318.75
102	3.01	0.258	300	5	2	453.75
103	0.92	0.549	391	6	4	708.75
104	0.23	0.685	312	7	7	1128.75
105	4.74	0.026	264	8	1	558.75
106	6.6	0.393	202	2	2	228.75
107	1.58	0.562	315	3	4	393.75
108	1.3	0.658	445	4	7	678.75
109	10.89	0.103	461	5	1	378.75
110	2.43	0.317	330	6	2	528.75
111	1.26	0.580	453	7	4	813.75
112	0.44	0.701	396	8	7	1278.75
113	15.25	0.220	300	2	1	198.75
114	5.11	0.281	312	3	2	303.75
115	0.89	0.530	312	4	4	498.75
116	0.94	0.646	453	5	7	828.75
117	8.12	0.058	297	6	1	438.75

118	4.86	0.232	424	7	2	603.75
119	1.13	0.560	474	8	4	918.75
120	13.26	0.532	431	2	7	378.75
121	7.94	0.154	253	3	1	258.75
122	3.14	0.389	356	4	2	378.75
123	2.78	0.561	420	5	4	603.75
124	0.51	0.693	338	6	7	978.75
125	7.32	0.083	322	7	1	498.75
126	30.4	0.352	396	8	2	678.75
127	10.78	0.447	451	2	4	288.75
128	0.45	0.702	232	3	7	528.75
129	3.84	0.043	226	4	1	318.75
130	1.29	0.406	308	5	2	453.75
131	1.43	0.564	370	6	4	708.75
132	0.51	0.699	235	7	7	1128.75
133	6.81	0.133	486	8	1	558.75
134	4.25	0.342	176	2	2	228.75
135	1.84	0.484	376	3	4	393.75
136	1.72	0.659	443	4	7	678.75
137	8.25	0.039	442	5	1	378.75
138	1.77	0.343	366	6	2	528.75
139	0.97	0.527	482	7	4	813.75
140	0.07	0.713	211	8	7	1278.75
141	8.01	0.168	231	2	1	198.75
142	2.2	0.442	253	3	2	303.75
143	0.75	0.569	327	4	4	498.75
144	0.09	0.730	213	5	7	828.75
145	7.90	0.118	487	6	1	438.75
146	0.77	0.459	314	7	2	603.75
147	0.62	0.587	369	8	4	918.75
148	0.81	0.728	276	2	7	378.75
149	6.94	0.105	234	3	1	258.75
150	2.65	0.344	291	4	2	378.75
151	0.41	0.558	253	5	4	603.75
152	0.77	0.671	477	6	7	978.75
153	4.89	0.066	265	7	1	498.75
154	0.52	0.471	232	8	2	678.75
155	3.05	0.471	281	2	4	288.75
156	1.71	0.601	431	3	7	528.75
157	3.86	0.046	200	4	1	318.75

158	0.68	0.437	191	5	2	453.75
159	1.25	0.574	462	6	4	708.75
160	0.22	0.685	257	7	7	1128.75
161	1.63	0.193	220	8	1	558.75
162	19.27	0.352	415	2	2	228.75
163	2.84	0.452	432	3	4	393.75
164	1.09	0.636	403	4	7	678.75
165	7.71	0.014	432	5	1	378.75
166	5.45	0.129	425	6	2	528.75
167	2.38	0.508	455	7	4	813.75
168	0.47	0.672	351	8	7	1278.75
169	23.41	0.220	446	2	1	198.75
170	7.1	0.155	316	3	2	303.75
171	3.61	0.457	460	4	4	498.75
172	1.34	0.599	477	5	7	828.75
173	4.78	0.004	190	6	1	438.75
174	3.95	0.179	310	7	2	603.75
175	1.21	0.541	408	8	4	918.75
176	3.05	0.610	338	2	7	378.75
177	3.91	0.081	193	3	1	258.75
178	1.94	0.397	234	4	2	378.75
179	1.17	0.525	440	5	4	603.75
180	0.93	0.684	353	6	7	978.75
181	8.63	0.049	445	7	1	498.75
182	0.96	0.425	240	8	2	678.75
183	9.9	0.423	387	2	4	288.75
184	0.84	0.645	304	3	7	528.75
185	8.53	0.095	323	4	1	318.75
186	1.46	0.406	246	5	2	453.75
187	0.36	0.582	260	6	4	708.75
188	0.23	0.701	173	7	7	1128.75
189	6.59	0.075	309	8	1	558.75
190	16.22	0.369	410	2	2	228.75
191	3.28	0.467	454	3	4	393.75
192	1.66	0.639	473	4	7	678.75
193	7.20	0.113	360	5	1	378.75
194	7	0.129	415	6	2	528.75
195	0.96	0.527	405	7	4	813.75
196	0.42	0.678	291	8	7	1278.75
197	8.45	0.127	182	2	1	198.75

198	10.81	0.325	427	3	2	303.75
199	0.19	0.632	177	4	4	498.75
200	0.18	0.682	172	5	7	828.75

1.3 가로변형 버스정류소(버스노면)

순번	AWT	OPS	점유자수	유효보도폭	정차면수	대기공간유효면적
1	11.39	0.066	174	2	1	92
2	2.04	0.418	121	3	2	174
3	0.27	0.623	132	4	4	328
4	0.15	0.712	111	5	7	590
5	1.81	0.154	92	6	1	276
6	0.29	0.27	110	7	2	406
7	0.45	0.61	109	8	4	656
8	1.66	0.728	181	2	7	236
9	2.24	0.046	118	3	1	138
10	1.32	0.318	89	4	2	232
11	0.46	0.636	89	5	4	410
12	0.33	0.721	178	6	7	708
13	1.03	0.049	112	7	1	322
14	2.02	0.222	215	8	2	464
15	6	0.538	215	2	4	164
16	0.49	0.733	195	3	7	354
17	8.18	0.237	219	4	1	184
18	1.25	0.355	106	5	2	290
19	1.46	0.603	136	6	4	492
20	0.21	0.717	123	7	7	826
21	0.92	0.017	202	8	1	368
22	9.78	0.149	136	2	2	116
23	0.38	0.611	119	3	4	246
24	0.26	0.684	110	4	7	472
25	1.75	0.078	101	5	1	230
26	0.68	0.4	154	6	2	348
27	2.05	0.558	217	7	4	574
28	0.23	0.722	211	8	7	944
29	1.69	0.037	90	2	1	92
30	5.86	0.313	159	3	2	174
31	1.1	0.625	221	4	4	328
32	0.33	0.669	189	5	7	590
33	1.76	0.06	178	6	1	276
34	2.2	0.365	203	7	2	406
35	0.42	0.6	157	8	4	656
36	0.65	0.723	136	2	7	236
37	10.98	0.219	217	3	1	138

38	3.35	0.348	162	4	2	232
39	0.43	0.605	168	5	4	410
40	0.22	0.727	184	6	7	708
41	0.91	0.087	150	7	1	322
42	0.41	0.498	130	8	2	464
43	1.37	0.672	107	2	4	164
44	1.16	0.709	196	3	7	354
45	2.01	0.227	164	4	1	184
46	2.31	0.403	206	5	2	290
47	0.83	0.621	210	6	4	492
48	0.4	0.724	163	7	7	826
49	0.97	0.035	203	8	1	368
50	9.67	0.222	201	2	2	116
51	0.43	0.613	122	3	4	246
52	0.57	0.686	188	4	7	472
53	1.18	0.032	183	5	1	230
54	1.41	0.467	189	6	2	348
55	0.61	0.64	224	7	4	574
56	0.59	0.675	223	8	7	944
57	14.96	0.095	175	2	1	92
58	0.79	0.563	89	3	2	174
59	1.01	0.649	209	4	4	328
60	0.32	0.665	131	5	7	590
61	0.81	0.071	124	6	1	276
62	0.33	0.538	94	7	2	406
63	0.31	0.582	135	8	4	656
64	0.89	0.715	153	2	7	236
65	6.46	0.098	225	3	1	138
66	2.8	0.384	162	4	2	232
67	0.31	0.647	87	5	4	410
68	0.27	0.649	85	6	7	708
69	1.56	0.038	146	7	1	322
70	2.35	0.461	198	8	2	464
71	2.91	0.618	165	2	4	164
72	0.17	0.73	107	3	7	354
73	2.85	0.000	89	4	1	184
74	1.26	0.513	152	5	2	290
75	0.77	0.619	183	6	4	492
76	0.28	0.706	211	7	7	826
77	1.74	0.147	90	8	1	368

78	3.55	0.527	82	2	2	116
79	1.84	0.563	208	3	4	246
80	0.22	0.683	77	4	7	472
81	1.48	0.087	170	5	1	230
82	4.5	0.351	224	6	2	348
83	0.34	0.624	198	7	4	574
84	0.34	0.699	101	8	7	944
85	3.43	0.044	99	2	1	92
86	2.74	0.317	117	3	2	174
87	1.49	0.615	192	4	4	328
88	0.22	0.74	134	5	7	590
89	1.23	0.163	146	6	1	276
90	0.39	0.484	97	7	2	406
91	0.42	0.61	182	8	4	656
92	1.5	0.723	211	2	7	236
93	4.32	0.118	182	3	1	138
94	5.05	0.341	125	4	2	232
95	0.98	0.614	167	5	4	410
96	0.39	0.7	149	6	7	708
97	0.88	0.003	122	7	1	322
98	1.14	0.48	122	8	2	464
99	2.06	0.617	143	2	4	164
100	1.05	0.727	181	3	7	354
101	4.42	0.169	216	4	1	184
102	7.47	0.269	202	5	2	290
103	0.24	0.611	147	6	4	492
104	0.16	0.714	86	7	7	826
105	0.92	0.104	137	8	1	368
106	19.14	0.25	219	2	2	116
107	1.3	0.642	184	3	4	246
108	0.53	0.732	207	4	7	472
109	2.93	0.007	87	5	1	230
110	1.57	0.525	91	6	2	348
111	0.52	0.624	206	7	4	574
112	0.36	0.693	200	8	7	944
113	13.1	0.089	171	2	1	92
114	2.42	0.494	108	3	2	174
115	0.28	0.635	134	4	4	328
116	0.52	0.724	194	5	7	590
117	0.74	0.058	163	6	1	276

118	0.85	0.526	128	7	2	406
119	0.27	0.627	184	8	4	656
120	0.41	0.704	125	2	7	236
121	8.7	0.402	83	3	1	138
122	4.96	0.341	187	4	2	232
123	1.18	0.618	188	5	4	410
124	0.15	0.725	170	6	7	708
125	1.15	0.186	99	7	1	322
126	1.14	0.486	139	8	2	464
127	0.96	0.626	120	2	4	164
128	0.32	0.737	145	3	7	354
129	2.36	0.156	164	4	1	184
130	2.33	0.399	177	5	2	290
131	0.6	0.661	155	6	4	492
132	0.11	0.699	113	7	7	826
133	1.77	0.092	187	8	1	368
134	1.86	0.542	75	2	2	116
135	2.02	0.621	172	3	4	246
136	0.69	0.735	223	4	7	472
137	1.38	0.168	121	5	1	230
138	1.08	0.509	96	6	2	348
139	0.84	0.621	207	7	4	574
140	0.66	0.702	217	8	7	944
141	3.15	0.147	89	2	1	92
142	7.28	0.294	184	3	2	174
143	0.66	0.613	158	4	4	328
144	1	0.717	175	5	7	590
145	2.17	0.061	153	6	1	276
146	2.37	0.421	195	7	2	406
147	0.62	0.589	199	8	4	656
148	0.21	0.734	94	2	7	236
149	6.45	0.15	179	3	1	138
150	1.07	0.532	105	4	2	232
151	0.7	0.627	167	5	4	410
152	0.08	0.706	85	6	7	708
153	1.81	0.069	111	7	1	322
154	6.73	0.29	202	8	2	464
155	2.82	0.64	158	2	4	164
156	0.28	0.715	142	3	7	354
157	2.47	0.241	138	4	1	184

158	3.43	0.433	151	5	2	290
159	0.74	0.632	181	6	4	492
160	0.31	0.7	164	7	7	826
161	1.07	0.015	136	8	1	368
162	13.28	0.261	207	2	2	116
163	1.8	0.605	186	3	4	246
164	0.37	0.721	156	4	7	472
165	2.31	0.157	86	5	1	230
166	4.76	0.391	217	6	2	348
167	0.34	0.576	137	7	4	574
168	0.12	0	106	8	7	944
169	14.66	0.198	148	2	1	92
170	1.15	0.526	87	3	2	174
171	0.29	0.649	76	4	4	328
172	0.52	0.71	185	5	7	590
173	1.31	0.069	183	6	1	276
174	1.82	0.479	158	7	2	406
175	0.18	0.595	95	8	4	656
176	1.68	0.701	183	2	7	236
177	8.14	0.14	181	3	1	138
178	0.58	0.492	82	4	2	232
179	3.97	0.552	214	5	4	410
180	0.28	0.705	172	6	7	708
181	1.54	0.137	194	7	1	322
182	0.82	0.537	132	8	2	464
183	2.64	0.62	111	2	4	164
184	0.61	0.732	90	3	7	354
185	2.69	0.146	153	4	1	184
186	2.48	0.449	130	5	2	290
187	1.41	0.586	218	6	4	492
188	0.16	0.756	102	7	7	826
189	1.28	0.126	170	8	1	368
190	5.54	0.501	99	2	2	116
191	0.85	0.64	92	3	4	246
192	0.31	0.746	110	4	7	472
193	2.12	0.11	108	5	1	230
194	2.29	0.439	181	6	2	348
195	0.42	0.657	138	7	4	574
196	0.14	0.666	82	8	7	944
197	15.19	0.143	171	2	1	92

198	6.21	0.26	201	3	2	174
199	0.69	0.592	125	4	4	328
200	0.37	0.704	169	5	7	590

1.4 광역환승센터(지하형)

순번	AWT	OPS	점유자수	보행통로유효폭	보행통로길이	보행통로면적	출입구폭
1	0.66	0.206	36	2.5	55	137.5	8
2	27.3	0.034	1105	5.0	75	375	16
3	32.06	0.036	1557	7.5	95	712.5	24
4	25.28	0.082	1262	10.0	55	550	32
5	8.04	0.042	283	2.5	75	187.5	8
6	38.88	0.038	1540	5.0	95	475	16
7	13.51	0.088	661	7.5	55	412.5	24
8	24.09	0.088	1272	10.0	75	750	32
9	17.55	0.095	513	2.5	95	237.5	8
10	2.25	0.079	94	5.0	55	275	16
11	14.82	0.059	695	7.5	75	562.5	24
12	7.1	0.166	328	10.0	95	950	32
13	6.93	0.071	246	2.5	55	137.5	8
14	21.14	0.024	880	5.0	75	375	16
15	14.93	0.105	678	7.5	95	712.5	24
16	14.61	0.074	741	10.0	55	550	32
17	1.17	0.127	73	2.5	75	187.5	8
18	19.73	0.124	819	5.0	95	475	16
19	7.29	0.045	347	7.5	55	412.5	24
20	22.54	0.099	1149	10.0	75	750	32
21	40.35	0.127	755	2.5	95	237.5	8
22	14.26	0.082	606	5.0	55	275	16
23	36.93	0.032	1763	7.5	75	562.5	24
24	36.11	0.121	1855	10.0	95	950	32
25	18.37	0.063	417	2.5	55	137.5	8
26	19.13	0.02	806	5.0	75	375	16
27	53.39	0.042	2523	7.5	95	712.5	24
28	42.7	0.111	2040	10.0	55	550	32
29	2.64	0.111	127	2.5	75	187.5	8
30	40.35	0.071	1593	5.0	95	475	16
31	25.72	0.088	1198	7.5	55	412.5	24
32	16.3	0.209	834	10.0	75	750	32
33	3.5	0.096	154	2.5	95	237.5	8
34	4.07	0.15	166	5.0	55	275	16
35	13.51	0.061	656	7.5	75	562.5	24
36	57.13	0.047	2923	10.0	95	950	32
37	9.17	0.05	281	2.5	55	137.5	8

38	2.4	0.074	107	5.0	75	375	16
39	13.36	0.107	559	7.5	95	712.5	24
40	13.87	0.064	720	10.0	55	550	32
41	3.28	0.062	163	2.5	75	187.5	8
42	4.83	0.145	217	5.0	95	475	16
43	3.19	0.174	152	7.5	55	412.5	24
44	55.36	0.085	2716	10.0	75	750	32
45	44.44	0.088	805	2.5	95	237.5	8
46	20.78	0.026	857	5.0	55	275	16
47	9.19	0.087	369	7.5	75	562.5	24
48	28.48	0.09	1382	10.0	95	950	32
49	25.9	0.005	497	2.5	55	137.5	8
50	34.5	0.162	1289	5.0	75	375	16
51	36.53	0.019	1800	7.5	95	712.5	24
52	17.83	0.05	899	10.0	55	550	32
53	31.04	0.104	602	2.5	75	187.5	8
54	38.55	0.027	1560	5.0	95	475	16
55	10.28	0.065	547	7.5	55	412.5	24
56	8.24	0.169	451	10.0	75	750	32
57	14.87	0.051	455	2.5	95	237.5	8
58	8.31	0.115	341	5.0	55	275	16
59	16.38	0.097	791	7.5	75	562.5	24
60	56.1	0.045	2918	10.0	95	950	32
61	17.91	0.097	390	2.5	55	137.5	8
62	8.11	0.088	336	5.0	75	375	16
63	32.49	0.036	1542	7.5	95	712.5	24
64	46.9	0.119	2164	10.0	55	550	32
65	14.82	0.008	422	2.5	75	187.5	8
66	17.16	0.048	739	5.0	95	475	16
67	4.88	0.469	625	7.5	55	412.5	24
68	41.61	0.077	2051	10.0	75	750	32
69	31.01	0.105	668	2.5	95	237.5	8
70	6.37	0.104	317	5.0	55	275	16
71	20.13	0.097	947	7.5	75	562.5	24
72	20.69	0.162	1023	10.0	95	950	32
73	7.6	0.109	258	2.5	55	137.5	8
74	6.52	0.02	302	5.0	75	375	16
75	18.59	0.03	850	7.5	95	712.5	24
76	37.86	0.109	1776	10.0	55	550	32
77	29.05	0.1	583	2.5	75	187.5	8

78	34.46	0.047	1402	5.0	95	475	16
79	25.2	0.8	1236	7.5	55	412.5	24
80	8.11	0.171	389	10.0	75	750	32
81	52.33	0.137	888	2.5	95	237.5	8
82	20.94	0.045	863	5.0	55	275	16
83	7.67	0.126	363	7.5	75	562.5	24
84	38.97	0.065	2016	10.0	95	950	32
85	28.97	0.012	506	2.5	55	137.5	8
86	34.15	0.149	1316	5.0	75	375	16
87	58.98	0.033	2724	7.5	95	712.5	24
88	20.81	0.075	1045	10.0	55	550	32
89	4.98	0.028	199	2.5	75	187.5	8
90	3.36	0.217	152	5.0	95	475	16
91	17.52	0.047	875	7.5	55	412.5	24
92	43.1	0.095	2208	10.0	75	750	32
93	8.02	0.113	285	2.5	95	237.5	8
94	17.68	0.013	740	5.0	55	275	16
95	33.78	0.06	1692	7.5	75	562.5	24
96	22.46	0.113	1141	10.0	95	950	32
97	9.43	0.089	289	2.5	55	137.5	8
98	3.61	0.082	148	5.0	75	375	16
99	25.41	0.031	1193	7.5	95	712.5	24
100	46.9	0.136	2154	10.0	55	550	32
101	25.53	0.034	543	2.5	75	187.5	8
102	34.23	0.056	1383	5.0	95	475	16
103	21.8	0.047	1054	7.5	55	412.5	24
104	50.77	0.096	2558	10.0	75	750	32
105	45.93	0.16	838	2.5	95	237.5	8
106	12.78	0.039	585	5.0	55	275	16
107	19.19	0.04	941	7.5	75	562.5	24
108	43.34	0.102	2264	10.0	95	950	32
109	19.86	0.02	421	2.5	55	137.5	8
110	36.62	0.093	1427	5.0	75	375	16
111	20.08	0.055	930	7.5	95	712.5	24
112	12.27	0.087	625	10.0	55	550	32
113	12.72	0.015	377	2.5	75	187.5	8
114	27.14	0.035	1168	5.0	95	475	16
115	23.25	0.049	1178	7.5	55	412.5	24
116	34.25	0.09	1778	10.0	75	750	32
117	44.83	0.057	792	2.5	95	237.5	8

118	10.49	0.072	478	5.0	55	275	16
119	11.55	0.079	542	7.5	75	562.5	24
120	63.47	0.047	3250	10.0	95	950	32
121	14.54	0.102	357	2.5	55	137.5	8
122	4.64	0.062	181	5.0	75	375	16
123	3.21	0.076	171	7.5	95	712.5	24
124	13.83	0.101	725	10.0	55	550	32
125	5.2	0.072	203	2.5	75	187.5	8
126	30.94	0.073	1333	5.0	95	475	16
127	0.29	0.112	13	7.5	55	412.5	24
128	55.26	0.121	2738	10.0	75	750	32
129	9.49	0.101	342	2.5	95	237.5	8
130	20.93	0.025	850	5.0	55	275	16
131	3.46	0.125	174	7.5	75	562.5	24
132	31.76	0.097	1594	10.0	95	950	32
133	7.62	0.128	243	2.5	55	137.5	8
134	12.04	0.054	477	5.0	75	375	16
135	35.65	0.037	1637	7.5	95	712.5	24
136	21.17	0.076	1071	10.0	55	550	32
137	9.26	0.061	311	2.5	75	187.5	8
138	29	0.057	1230	5.0	95	475	16
139	0.6	0.162	36	7.5	55	412.5	24
140	34.77	0.093	1772	10.0	75	750	32
141	33.89	0.036	681	2.5	95	237.5	8
142	10.27	0.056	471	5.0	55	275	16
143	36.98	0.029	1758	7.5	75	562.5	24
144	30.96	0.114	1590	10.0	95	950	32
145	28.12	0.066	515	2.5	55	137.5	8
146	14.07	0.032	669	5.0	75	375	16
147	26.71	0.055	1266	7.5	95	712.5	24
148	37.34	0.115	1809	10.0	55	550	32
149	4.16	0.036	175	2.5	75	187.5	8
150	23.98	0.016	1061	5.0	95	475	16
151	3.61	0.141	189	7.5	55	412.5	24
152	49.47	0.088	2500	10.0	75	750	32
153	54.4	0.079	900	2.5	95	237.5	8
154	1.11	0.191	55	5.0	55	275	16
155	24.76	0.068	1188	7.5	75	562.5	24
156	40.82	0.097	2104	10.0	95	950	32
157	0.94	0.094	34	2.5	55	137.5	8

158	11.22	0.062	503	5.0	75	375	16
159	5.96	0.13	263	7.5	95	712.5	24
160	1.67	0.169	120	10.0	55	550	32
161	31.14	0.061	591	2.5	75	187.5	8
162	8.54	0.16	342	5.0	95	475	16
163	4.22	0.19	216	7.5	55	412.5	24
164	16.24	0.14	834	10.0	75	750	32
165	7.62	0.071	275	2.5	95	237.5	8
166	24.28	0.072	975	5.0	55	275	16
167	39.06	0.064	1894	7.5	75	562.5	24
168	51.41	0.057	2669	10.0	95	950	32
169	13.73	0.101	329	2.5	55	137.5	8
170	10.74	0.125	470	5.0	75	375	16
171	38.18	0.024	1752	7.5	95	712.5	24
172	39.29	0.105	1896	10.0	55	550	32
173	16.14	0.028	446	2.5	75	187.5	8
174	25.38	0.053	1082	5.0	95	475	16
175	28.05	0.077	1324	7.5	55	412.5	24
176	10.67	0.178	546	10.0	75	750	32
177	39.7	0.086	777	2.5	95	237.5	8
178	24.1	0.081	913	5.0	55	275	16
179	27.7	0.056	1336	7.5	75	562.5	24
180	2.51	0.208	112	10.0	95	950	32
181	28.94	0.095	509	2.5	55	137.5	8
182	29.88	0.041	1168	5.0	75	375	16
183	1	0.175	80	7.5	95	712.5	24
184	18.38	0.076	934	10.0	55	550	32
185	18.35	0.024	441	2.5	75	187.5	8
186	9.46	0.08	393	5.0	95	475	16
187	24.92	0.077	1219	7.5	55	412.5	24
188	36.25	0.076	1871	10.0	75	750	32
189	45.29	0.145	790	2.5	95	237.5	8
190	23.04	0.056	932	5.0	55	275	16
191	23.89	0.042	1123	7.5	75	562.5	24
192	42.24	0.074	2208	10.0	95	950	32
193	5.74	0.102	218	2.5	55	137.5	8
194	12.58	0.036	524	5.0	75	375	16
195	17.24	0.081	717	7.5	95	712.5	24
196	30.11	0.094	1517	10.0	55	550	32
197	33.75	0.025	643	2.5	75	187.5	8

198	19.88	0.059	805	5.0	95	475	16
199	30.92	0.103	1355	7.5	55	412.5	24
200	38.19	0.099	1923	10.0	75	750	32

1.5 버스터미널

순번	AWT	OPS	점유자수	보행통로유효폭	보행통로길이	보행통로면적	출입구폭	점유물비율
1	48.33	0.007	669	8.0	65.0	520	4	0
2	4.84	0.29	267	10.0	75.0	750	8	0
3	0.19	0.283	69	12.0	85.0	1020	12	5
4	131.04	0.003	1461	14.0	65.0	910	4	0
5	21.19	0.348	626	16.0	75.0	1200	8	0
6	98.16	0.45	2575	8.0	85.0	680	12	10
7	188.47	0.008	1963	10.0	65.0	650	4	0
8	189.6	0.376	3270	12.0	75.0	900	8	0
9	45.41	0.356	1656	14.0	85.0	1190	12	15
10	90.38	0.011	2455	16.0	65.0	1040	4	0
11	53.78	0.381	1098	8.0	75.0	600	8	0
12	42.93	0.428	1411	10.0	85.0	850	12	20
13	0.1	0.178	105	12.0	65.0	780	12	0
14	39.1	0.28	1036	14.0	75.0	1050	8	0
15	301.34	0.003	3141	16.0	85.0	1360	4	5
16	58.37	0.56	1328	8.0	65.0	520	12	0
17	17.91	0.352	498	10.0	75.0	750	8	0
18	189.62	0.004	1990	12.0	85.0	1020	4	10
19	121.26	0.388	3387	14.0	65.0	910	12	0
20	33.81	0.197	922	16.0	75.0	1200	8	0
21	194.44	0.001	2075	8.0	85.0	680	4	15
22	1.27	0.136	272	10.0	65.0	650	12	0
23	176.14	0.38	3403	12.0	75.0	900	8	0
24	213.91	0.004	2274	14.0	85.0	1190	4	20
25	95.8	0.45	1107	16.0	65.0	1040	8	0
26	62.7	0.537	1548	8.0	75.0	600	12	0
27	265.23	0.004	2764	10.0	85.0	850	4	5
28	29.08	0.363	732	12.0	65.0	780	8	0
29	63.27	0.456	1871	14.0	75.0	1050	12	0
30	61.98	0.009	823	16.0	85.0	1360	4	10
31	82.07	0.428	1369	8.0	65.0	520	8	0
32	91.7	0.467	2401	10.0	75.0	750	12	0
33	335.57	0.002	3442	12.0	85.0	1020	4	15
34	65.74	0.335	1396	14.0	65.0	910	8	0
35	98.24	0.382	2861	16.0	75.0	1200	12	0
36	0.16	0.109	24	8.0	85.0	680	4	20
37	94.55	0.536	2096	10.0	65.0	650	12	0

38	195	0.003	2074	12.0	75.0	900	4	0
39	281.16	0.382	4674	14.0	85.0	1190	8	5
40	0.15	0.201	81	16.0	65.0	1040	12	0
41	36.32	0.012	538	8.0	75.0	600	4	0
42	174.59	0.383	2936	10.0	85.0	850	8	10
43	0.36	0.177	186	12.0	65.0	780	12	0
44	160.37	0.008	1773	14.0	75.0	1050	4	0
45	169.12	0.338	3097	16.0	85.0	1360	8	15
46	0.58	0.132	231	8.0	65.0	520	12	0
47	198.79	0.002	2094	10.0	75.0	750	4	0
48	208.9	0.383	3421	12.0	85.0	1020	8	20
49	328.15	0.004	3404	14.0	65.0	910	4	0
50	197.38	0.346	3517	16.0	75.0	1200	8	0
51	78.4	0.467	2071	8.0	85.0	680	12	5
52	105.34	0.004	1209	10.0	65.0	650	4	0
53	98.13	0.393	1787	12.0	75.0	900	8	0
54	51.19	0.396	1719	14.0	85.0	1190	12	10
55	271.72	0.003	2808	16.0	65.0	1040	4	0
56	0.11	0.185	83	8.0	75.0	600	8	0
57	92.8	0.413	2636	10.0	85.0	850	12	15
58	198.18	0.001	2107	12.0	65.0	780	4	0
59	22.22	0.312	660	14.0	75.0	1050	8	0
60	2.85	0.22	426	16.0	85.0	1360	12	20
61	42.55	0.51	1129	8.0	65.0	520	12	0
62	17.4	0.297	602	10.0	75.0	750	8	0
63	381.52	0.002	3932	12.0	85.0	1020	4	5
64	4.89	0.196	431	14.0	65.0	910	12	0
65	90.21	0.319	1865	16.0	75.0	1200	8	0
66	64.01	0.014	827	8.0	85.0	680	4	10
67	14.18	0.373	592	10.0	65.0	650	12	0
68	195.74	0.359	3374	12.0	75.0	900	8	0
69	354.31	0.002	3670	14.0	85.0	1190	4	15
70	33.11	0.372	1307	16.0	65.0	1040	12	0
71	45.73	0.385	977	8.0	75.0	600	8	0
72	177.91	0.006	1908	10.0	85.0	850	4	20
73	169.63	0.405	2764	12.0	65.0	780	8	0
74	1	0.123	324	14.0	75.0	1050	12	0
75	501.93	0.001	5087	16.0	85.0	1360	4	0
76	5.34	0.27	326	8.0	65.0	520	8	5
77	28.59	0.401	1061	10.0	75.0	750	12	0

78	68.1	0.014	861	12.0	85.0	1020	4	0
79	62.29	0.345	1278	14.0	65.0	910	8	10
80	115.44	0.254	3712	16.0	75.0	1200	12	0
81	23.14	0.011	416	8.0	85.0	680	4	0
82	30.56	0.383	722	10.0	65.0	650	8	15
83	12.82	0.366	645	12.0	75.0	900	12	0
84	155.28	0.008	1706	14.0	85.0	1190	4	0
85	114.82	0.336	3458	16.0	65.0	1040	12	20
86	112.66	0.002	1300	8.0	75.0	600	4	0
87	0	0.246	12	10.0	85.0	850	8	0
88	16.95	0.131	915	12.0	65.0	780	12	5
89	178.86	0.003	1919	14.0	75.0	1050	4	0
90	214.94	0.364	3759	16.0	85.0	1360	8	0
91	31.01	0.479	933	8.0	65.0	520	12	10
92	277.14	0.002	2944	10.0	75.0	750	4	0
93	5.49	0.204	352	12.0	85.0	1020	8	0
94	115.01	0.329	3430	14.0	65.0	910	12	15
95	0.13	0.097	50	16.0	75.0	1200	4	0
96	127.28	0.428	2009	8.0	85.0	680	8	0
97	136.2	0.006	1481	10.0	65.0	650	4	20
98	29.05	0.335	730	12.0	75.0	900	8	0
99	114.32	0.219	3657	14.0	85.0	1190	12	0
100	272.43	0.004	2836	16.0	65.0	1040	4	5
101	45.42	0.345	1048	8.0	75.0	600	8	0
102	50.66	0.308	1867	10.0	85.0	850	12	0
103	1.43	0.073	126	12.0	65.0	780	4	10
104	59.57	0.323	1332	14.0	75.0	1050	8	0
105	143.64	0.179	4574	16.0	85.0	1360	12	0
106	187.77	0.004	2019	8.0	65.0	520	4	15
107	37.46	0.262	998	10.0	75.0	750	8	0
108	5.98	0.191	581	12.0	85.0	1020	12	0
109	4.99	0.195	545	14.0	65.0	910	12	20
110	31.63	0.330	856	16.0	75.0	1200	8	0
111	80.41	0.007	992	8.0	85.0	680	4	0
112	31.58	0.315	1332	10.0	65.0	650	12	5
113	208.48	0.372	3530	12.0	75.0	900	8	0
114	415.09	0.001	4251	14.0	85.0	1190	4	0
115	69.54	0.229	2403	16.0	65.0	1040	12	10
116	0.06	0.191	41	8.0	75.0	600	8	0
117	23.71	0.014	415	10.0	85.0	850	4	0

118	72.91	0.970	2237	12.0	65.0	780	12	15
119	4.34	0.218	352	14.0	75.0	1050	8	0
120	131.06	0.009	1560	16.0	85.0	1360	4	0
121	11.63	0.277	450	8.0	65.0	520	8	20
122	76.37	0.332	2474	10.0	75.0	750	12	0
123	90.43	0.010	1137	12.0	85.0	1020	4	0
124	28.78	0.280	839	14.0	65.0	910	8	5
125	23.37	0.203	1184	16.0	75.0	1200	12	0
126	48.19	0.021	680	8.0	85.0	680	4	0
127	0.16	0.132	93	10.0	65.0	650	8	10
128	54.42	0.262	2018	12.0	75.0	900	12	0
129	23.06	0.018	434	14.0	85.0	1190	4	0
130	198.96	0.371	3398	16.0	65.0	1040	8	15
131	3.35	0.270	396	8.0	75.0	600	12	0
132	36.12	0.012	576	10.0	85.0	850	4	0
133	52.25	0.208	2008	12.0	65.0	780	12	20
134	70.72	0.005	934	14.0	75.0	1050	4	0
135	243.88	0.353	4311	16.0	85.0	1360	8	0
136	15.16	0.334	779	8.0	65.0	520	12	5
137	22.78	0.029	435	10.0	75.0	750	4	0
138	172.87	0.379	3025	12.0	85.0	1020	8	0
139	60.3	0.313	2144	14.0	65.0	910	12	10
140	408.06	0.001	4198	16.0	75.0	1200	4	0
141	120.07	0.427	2028	8.0	85.0	680	8	0
142	68.6	0.397	2069	10.0	65.0	650	12	15
143	229.88	0.001	2485	12.0	75.0	900	4	0
144	191.01	0.355	3446	14.0	85.0	1190	8	0
145	51.8	0.021	740	16.0	65.0	1040	4	20
146	91.22	0.386	1676	8.0	75.0	600	8	0
147	87.13	0.183	2850	10.0	85.0	850	12	0
148	192.75	0.002	2133	12.0	65.0	780	4	5
149	5.03	0.210	354	14.0	75.0	1050	8	0
150	33.64	0.105	1559	16.0	85.0	1360	12	0
151	65.06	0.007	860	8.0	65.0	520	4	10
152	34.41	0.298	913	10.0	75.0	750	8	0
153	47.4	0.202	1850	12.0	85.0	1020	12	0
154	51.93	0.006	733	14.0	65.0	910	4	15
155	22.73	0.377	708	16.0	75.0	1200	8	0
156	38.04	0.328	1476	8.0	85.0	680	12	0
157	1.55	0.243	303	10.0	65.0	650	12	20

158	184.56	0.378	3147	12.0	75.0	900	8	0
159	216.45	0.002	2396	14.0	85.0	1190	4	0
160	119.92	0.280	3776	16.0	65.0	1040	12	5
161	109.31	0.451	1682	8.0	75.0	600	8	0
162	46.23	0.011	652	10.0	85.0	850	4	0
163	6.76	0.176	560	12.0	65.0	780	12	10
164	176.65	0.396	3016	14.0	75.0	1050	8	0
165	33.56	0.016	527	16.0	85.0	1360	4	0
166	19.17	0.383	762	8.0	65.0	520	12	15
167	52.75	0.39	1058	10.0	75.0	750	8	0
168	246.07	0.003	2551	12.0	85.0	1020	4	0
169	26.48	0.387	777	14.0	65.0	910	8	20
170	0.31	0.102	199	16.0	75.0	1200	12	0
171	22.6	0.023	410	8.0	85.0	680	4	0
172	2.07	0.24	194	10.0	65.0	650	8	5
173	0.1	0.147	69	12.0	75.0	900	12	0
174	146.81	0.004	1645	14.0	85.0	1190	4	0
175	74.01	0.361	1482	16.0	65.0	1040	8	10
176	63.52	0.529	1536	8.0	75.0	600	12	0
177	13.67	0.014	294	10.0	85.0	850	4	0
178	80.91	0.379	1524	12.0	65.0	780	8	15
179	43.29	0.331	1629	14.0	75.0	1050	12	0
180	441.43	0.002	4531	16.0	85.0	1360	4	0
181	81.83	0.526	1819	8.0	65.0	520	12	20
182	30.13	0.017	465	10.0	75.0	750	4	0
183	18.07	0.284	636	12.0	85.0	1020	8	0
184	108.16	0.33	3342	14.0	65.0	910	12	5
185	295.86	0.001	3133	16.0	75.0	1200	4	0
186	41.54	0.378	922	8.0	85.0	680	8	0
187	0.04	0.161	31	10.0	65.0	650	12	10
188	145.9	0.003	1627	12.0	75.0	900	4	0
189	66.7	0.355	1394	14.0	85.0	1190	8	0
190	30.13	0.443	1070	16.0	65.0	1040	12	15
191	79.24	0.011	936	8.0	75.0	600	4	0
192	188.3	0.39	3126	10.0	85.0	850	8	0
193	19.72	0.035	355	12.0	65.0	780	4	20
194	218.1	0.388	3646	14.0	75.0	1050	8	0
195	136.56	0.16	4409	16.0	85.0	1360	12	0
196	80.16	0.003	984	8.0	65.0	520	4	5
197	46.16	0.374	1013	10.0	75.0	750	8	0

198	72.7	0.388	2266	12.0	85.0	1020	12	0
199	192.12	0.002	2130	14.0	65.0	910	4	10
200	20.5	0.337	572	16.0	75.0	1200	8	0

1. 한국교통안전공단, 2022년 대중교통 현황조사

2. 국토교통부, 간선급행버스 체계시설의 기술기준 및 해설

3. 국토교통부, 교통영향분석 개선대책 수립 지침

4. 국토교통부, 환승센터 및 복합환승센터 설계배치 기준

5. International Association Chief's of Police, (2019) Crowd Management

6. New South Wales Audit Office, (2020), The Station Crowding

7. ㈜SR, (2020), 고속철도 대형사고 현장조치 행동 매뉴얼

8. 서울시설공단, (2019), 공단 재난사고 초기대응 매뉴얼

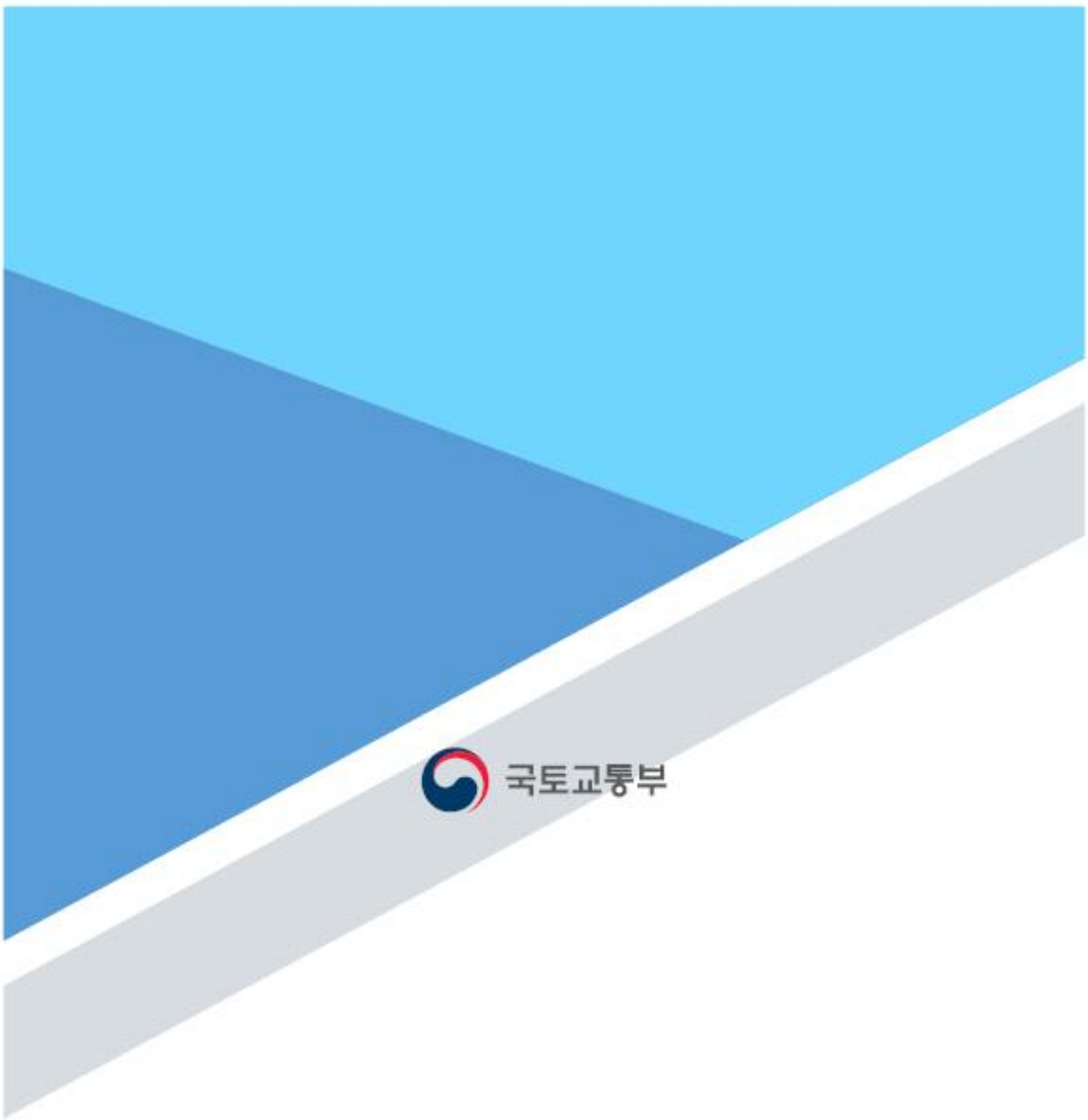
9. 행정안전부, (2021), 다중이용시설 위기상황 매뉴얼 표준안

10. 하재영, 김세훈, (2017), 대규모 광장 집회에서 발생하는 군중의 혼잡 양상에 대한 고찰, 한국도시설계학회지, 제18권 제6호

11. 최문기, 박진우, 지상훈, (2022), 행위자 기반 모델을 활용한 인구과밀 및 명목현상의 위험성 분석, 대한지리학회지, 제57권, 제6호, 595-609

12. 조웅래, 김채만, 홍명기, (2014), 광역버스 정류소 혼잡해소 방안, 교통기술과 정책, Vol 11, No.5

13. 강유정, 김다영, 나지은, 이민주, 홍정열, (2021), 시내버스 이용 수요 기반 버스승강장 규모 결정 연구, 대한교통학회 추계학술대회 (2021.11)



비매품
ISBN 979-11-91159-58-5