

연구보고서

시인성을 활용한 산업재해예방 사례분석 및 국내 도입방안 마련

이경선·황재진·이진원

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “시인성을 활용한 산업재해예방 사례분석 및
국내 도입방안 마련”의 최종 보고서로 제출합니다.

2024 11 월

연구진

연구기관 : 강원대학교 산학협력단

연구책임자 : 이경선 (부교수, 강원대학교)

연구원 : 황재진 (부교수, 노던일리노이대학교)

연구원 : 이진원 (조교수, 강릉원주대학교)

연구보조원 : 김원진 (연구원, 강원대학교)

연구보조원 : 이아란 (연구원, 강원대학교)

연구보조원 : 오효근 (연구원, 강원대학교)

연구보조원 : 최시영 (연구원, 강원대학교)

연구보조원 : 오현지 (연구원, 강원대학교)

연구보조원 : 김지현 (연구원, 강원대학교)

연구보조원 : 이유준 (연구원, 강원대학교)

요약문

- 연구기간 2024년 08월 ~ 2024년 11월
- 핵심단어 시인성, 산업재해, 이륜차, 사례분석, 효과성 검증, 연구발굴
- 연구과제명 시인성을 활용한 산업재해예방 사례분석 및 국내 도입방안 마련

1. 연구배경

최근 해외에서는 색상의 시인성 강화를 통한 산업재해예방활동이 활성화되고 있으나 국내는 관련 연구 부족과 재해예방을 위한 법적·제도적 장치가 미흡한 실정이다. 특히 최근에는 시인성(시각적 정보 등)의 부족으로 시각에 오류가 발생하여 불안정한 행위가 유발되어 발생할 수 있는 사고의 사례가 증가하고 있으나 이를 예방하고자 하는 연구는 찾아보기 힘들다. 따라서, 본 연구의 목적은 시인성(시각적 정보 등) 측면에서 안전사고 예방을 도모하는 방안(사례)을 조사 및 정리하고 국내 특성에 적용 가능한 실천 방안을 마련하고자 한다. 추가적으로, 재해예방 활동 또는 산재예방사업에 필요한 향후 연구과제 및 정책을 발굴하여 제시하고자 한다.

2. 주요 연구내용

본 연구의 주요 내용은 법·규칙상 색상 또는 색깔 관련 사업장·업종·직종별 적용 국내·외 현황, 시인성(시각적 정보 등)을 활용한 안전보건 분야 활용 사례에 관한 국내·외 사례를 조사하였다. 산업재해통계 자료를 활용하여 시인성 관련 사고조사 사례분석을 실시하였으며, 문헌조사를 기반으로

시인성 관련 설문조사를 위한 항목과 요인을 도출하였다. 시인성 적용에 대한 사고 예방 효과를 검토하기 위하여, 시인성 측면의 효과성 분석 방법론을 제시하였으며, 마지막으로 해당 연구 결과들을 기반으로 재해예방 활동 또는 산업재해예방사업에 필요한 향후 연구과제와 사업화 내용을 도출하였다.

3. 연구 활용방안

본 연구의 결과는 추후 시인성 관련 사고 분석 및 예방 효과를 검증하는데 기초가 되는 자료로 활용될 수 있을 것으로 예상되며, 시인성 관련된 사고 예방을 위한 연구과제 및 사업화 전략 수립에 매우 중요한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 예상된다.

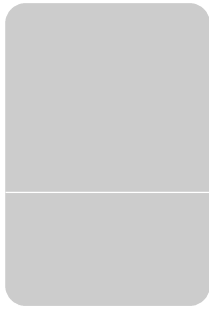
4. 연락처

- 연구책임자 : 강원대학교 부교수 이경선
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 안전보건정책연구실 연구위원 김정섭
 - ☎ 052) 703. 0819
 - E-mail: jsky2001@kosha.or.kr



목 차

I. 서 론	1
1. 연구목적 및 필요성	3
II. 연구내용 및 방법	11
1. 연구내용 및 범위	13
2. 연구방법	15
III. 연구결과	23
1. 시인성(시각적 정보)을 활용한 사례조사	25
2. 시인성(시각적 정보) 관련 사고조사 사례분석	135
3. 시인성 관련 설문조사 요인 도출 및 효과성 분석 방법론 ...	158
4. 향후 연구과제 및 정책 발굴	175



목 차

IV. 결론	181
1. 시인성(시각적 정보)을 활용한 사례조사	183
2. 시인성(시각적 정보) 관련 사고조사 사례분석	185
3. 시인성 관련 설문조사 요인 도출 및 효과성 분석 방법론 ...	187
4. 향후 연구과제 및 정책 발굴	189
 참고문헌	 191



표 목차

〈표 Ⅰ-1〉 영국표준협회의 파이프라인 식별 색상 및 의미	6
〈표 Ⅰ-2〉 KSA 안전 색상 및 의미	7
〈표 Ⅱ-1〉 조사기관 및 데이터베이스	15
〈표 Ⅱ-2〉 색상 또는 색깔 관련 법/규칙 정리 예시	17
〈표 Ⅱ-3〉 국내·외 안전보건 분야 활용 사례 정리 예시	18
〈표 Ⅲ-1〉 KSA 안전 색상 및 의미	26
〈표 Ⅲ-2〉 반사조끼등급: EN 471	27
〈표 Ⅲ-3〉 절연 단심 도체 식별	28
〈표 Ⅲ-4〉 안전색 조합의 일반적인 의미	29
〈표 Ⅲ-5〉 상징 모양 및 의미	29
〈표 Ⅲ-6〉 표지판 모양 및 의미	30
〈표 Ⅲ-7〉 표지판 사용 방법	31
〈표 Ⅲ-8〉 안전색 용도 및 예시(KS S ISO3864-1)	32
〈표 Ⅲ-9〉 소방대원 헬멧 색상 및 임무	33
〈표 Ⅲ-10〉 전 세계 와이어 색상 코딩 표준	34
〈표 Ⅲ-11〉 미국국립표준협회의 안전 색상 및 특정 적용 분야	36
〈표 Ⅲ-12〉 미국국립표준협회의 파이프라인 식별 색상 및 의미	38
〈표 Ⅲ-13〉 미국국립표준협회의 안전조끼 색상 및 의미	40
〈표 Ⅲ-14〉 NFPA 704 시스템 색상과 위험도	42

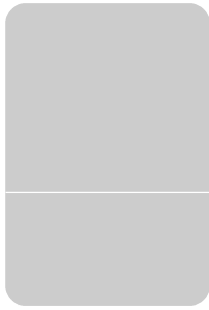


표 목차

〈표 III-15〉 MUTCD 색상 및 의미	44
〈표 III-16〉 캐나다 직업 건강 및 안전 규정의 위험 액체 색상 및 의미	45
〈표 III-17〉 위험도별 착용 고시인성 안전복 및 상황	45
〈표 III-18〉 영국표준협회의 파이프라인 식별 색상 및 의미	49
〈표 III-19〉 HSE 서비스에 사용되는 기본 색상	49
〈표 III-20〉 산업용 마킹에 대한 색상 및 규정	52
〈표 III-21〉 일본산업규격의 안전 색상 및 의미 또는 목적	54
〈표 III-22〉 색상에 따른 국가별 비교표	63
〈표 III-23〉 배달박스(탑박스) 색상 및 적용예시	75
〈표 III-24〉 배달조끼 예시	76
〈표 III-25〉 구조용 철골 제품을 위한 일반적인 산업용 페인트 색상	95
〈표 III-26〉 청년 근로자 및 고령 근로자 추이 및 연령대별 근로자 비율 (고용노동부, 2021)	114
〈표 III-27〉 LLM을 통해 확인한 시인성과 관련된 대표 키워드	141
〈표 III-28〉 대표 키워드로 추출된 재해개요 예시	142
〈표 III-29〉 LLM+RAG 분석의 결과	155
〈표 III-30〉 설문조사 해당 항목 및 세부요인	158
〈표 III-31〉 시인성 관련 변수	170
〈표 III-32〉 안전성 관련 변수	171
〈표 IV-1〉 색상별 의미 및 활용	183

시인성을 활용한 산업재해예방 사례분석 및 국내 도입방안 마련

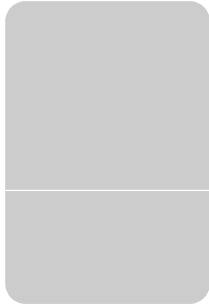
〈표 IV-2〉 시인성과 관련된 이륜차 사고의 사례	185
〈표 IV-3〉 설문조사 해당 항목 및 세부요인	187



그림목차

[그림 I-1] Wickens information processing model (1984)	3
[그림 II-1] 연구내용 및 범위	14
[그림 II-2] 문헌고찰 절차	16
[그림 II-3] 사고조사 사례분석 예시	19
[그림 II-4] 시인성 관련 효과성 분석 방법론 조사 예시	20
[그림 III-1] 산업안전보건표지의 종류·형태·색채 및 용도	25
[그림 III-2] 형광 노랑과 형광 주황의 반사조끼를 착용한 사람의 식별성	28
[그림 III-3] OSHA의 색상코드 정의	35
[그림 III-4] 미국 국가표준(ANSI/ISEA 107)	41
[그림 III-5] 미국 등급별 고시인성 안전복 디자인 예시	42
[그림 III-6] NFPA 다이아몬드 모형	43
[그림 III-7] 영국 안전보건청의 GB CLP 위험 그림 문자	50
[그림 III-8] 영국 등급별 디자인 예시	51
[그림 III-9] 고시인성 개인보호구 사례	55
[그림 III-10] 기호가 있는 ISO 규정을 준수하는 간판	57
[그림 III-11] 기호 및 텍스트가 있는 주황색 경고 패널	58
[그림 III-12] 연방 규정 코드	59
[그림 III-13] 호주 규정 코드	60
[그림 III-14] 고유 색상, 번호가 새겨진 스티커 디자인	73

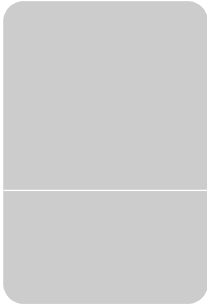
[그림 III-15] 야광 반사 스티커 부착 관련 기사	74
[그림 III-16] 룩셈부르크의 이륜차 운전자를 위한 도로 표시	77
[그림 III-17] 오스트리아의 이륜차 운전자를 위한 도로 표시	78
[그림 III-18] 스코틀랜드의 이륜차 운전자를 위한 표시판	79
[그림 III-19] 스코틀랜드의 이륜차 운전자를 위한 도로 표시 및 표시판	80
[그림 III-20] 호주의 이륜차 운전자를 위한 고시인성 개인 보호장비	81
[그림 III-21] 미국의 이륜차 운전자를 위한 교차로 도로 표시	82
[그림 III-22] 미국의 이륜차 차체의 시인성 향상을 위한 노력	83
[그림 III-23] 캐나다의 이륜차 고시인성 헬멧 및 장비	84
[그림 III-24] 캐나다의 이륜차 라이더를 위한 고시인성 보조 장비	85
[그림 III-25] 노면색깔유도선 적용 사례	86
[그림 III-26] 산업안전보건법 안전·보건표지의 색채, 색도기준 및 용도	87
[그림 III-27] 옐로카펫 횡단보도	87
[그림 III-28] 배경과 구분이 잘되는 문자	88
[그림 III-29] 명도 또는 채도차이가 큰 배색	88
[그림 III-30] 빗금을 표기한 구역	88
[그림 III-31] 강조색과 배경색이 대비가 된 안전시설	89
[그림 III-32] 서울시 표준안전디자인의 안전색과 안전 픽토그램	90
[그림 III-33] 서울시 표준안전디자인을 적용한 사례	90
[그림 III-34] 공정별 안전조끼 프로토타입	91
[그림 III-35] 미국의 비상구 사인	92



그림목차

[그림 III-36] 비상구 사인의 시인성을 고려한 설계	93
[그림 III-37] 미국 밀러-맥주의 고시인성을 통한 공장 내 구획 표시 및 정보 94	
[그림 III-38] 미얀마 양곤의 한 도시에서 설문조사한 3D	96
[그림 III-39] FGI를 통해 최종적으로 선택된 5가지 착시현상	97
[그림 III-40] 지각 거리에 대한 실험 조건	99
[그림 III-41] 사고사례 요소와 시각 인터페이스 방안의 빈도	100
[그림 III-42] 시나리오 증강현실 인터페이스 적용 및 응답 결과	101
[그림 III-43] 색각이상을 고려한 표지 배색 개선 연구모형	103
[그림 III-44] 갤러리 플로우	104
[그림 III-45] 연구 저자, 제목, 연구 방법, 관련 결론 요약	105
[그림 III-46] 가시성에 대한 설문조사 결과	106
[그림 III-47] 가시성에 대한 사례 연구	107
[그림 III-48] 가독성에 대한 설문조사 결과	107
[그림 III-49] 가독성에 대한 사례 연구	107
[그림 III-50] 분류 시스템에 대한 설문조사 결과	108
[그림 III-51] 분류 시스템에 대한 사례 연구	108
[그림 III-52] 가시성에 대한 모범 사례	108
[그림 III-53] 가독성에 대한 모범 사례	109
[그림 III-54] 연령별 인지색 변화 추정 그래프	111
[그림 III-55] 국내 제조업 근로자의 평균연령	113

[그림 Ⅲ-56] 국내 제조업 근로자의 연령별 수치	113
[그림 Ⅲ-57] 가상 T 교차로의 개요	115
[그림 Ⅲ-58] (a) 위치, (b) 속도, (c) 해딩에 대한 시계열의 평균	115
[그림 Ⅲ-59] 복도	117
[그림 Ⅲ-60] 올바른 식별을 위한 색상의 출구 표지판 높이 (a) 정상 조명 상태, (b) 비상 조명 상태	117
[그림 Ⅲ-61] 가시광선 스펙트럼에서의 안전색상과 해당 파수	124
[그림 Ⅲ-62] 자외선에 노출된 샘플의 변화	124
[그림 Ⅲ-63] 교차로 및 비교차로가 아닌 위치별 충돌 사고	125
[그림 Ⅲ-64] 주요 기여 요인에 의한 인적 오류로 인한 충돌 사례	126
[그림 Ⅲ-65] 충돌 구성에 대한 일반적인 설명	126
[그림 Ⅲ-66] 도시지역 및 농촌 지역의 교차로 이륜차 사고율	127
[그림 Ⅲ-67] 날씨와 시간대별 이륜차 사고율	127
[그림 Ⅲ-68] 제조, 건설의 가시성 문제로 인한 사고	129
[그림 Ⅲ-69] 미국의 사고원인별 업무 관련 사망 및 부상 비율	130
[그림 Ⅲ-70] 건설업 사고에 의해 발생한 2011-2019년의 부상자 수	131
[그림 Ⅲ-71] 2018년과 2019년의 건설 사고로 인한 사망자 비율	132
[그림 Ⅲ-72] 2017년~2021년도의 건설 업계의 치명적인 작업 부상자 수	133
[그림 Ⅲ-73] 29개의 다른 패턴 샘플들	134
[그림 Ⅲ-74] 연도별 이륜차 사고 발생건수	136
[그림 Ⅲ-75] 지역별 이륜차 사고 발생건수	137



그림목차

[그림 Ⅲ-76] 시간대별 이륜차 사고 발생건수	138
[그림 Ⅲ-77] 요일별 이륜차 사고 발생건수	139
[그림 Ⅲ-78] 요일과 시간에 따른 이륜차 사고 발생건수	140
[그림 Ⅲ-79] 사고건수 대비 사망자수 비율 - 2023년도 도로교통공단 도로선형별 교통사고 통계	143
[그림 Ⅲ-80] 사고건수 대비 중상자수 비율 - 2023년도 도로교통공단 도로선형별 교통사고 통계	144
[그림 Ⅲ-81] 이륜차 교통사고 다발지역 (광역) - 사고건수	145
[그림 Ⅲ-82] 이륜차 교통사고 다발지역 (시/군/구) - 사고건수	145
[그림 Ⅲ-83] 이륜차 교통사고 수도권 다발지역 (시/군/구) - 사고건수	146
[그림 Ⅲ-84] 이륜차 교통사고 다발지역 (관악구) - 사고건수	147
[그림 Ⅲ-85] 이륜차 교통사고 다발지역 (동대문구) - 사고건수	147
[그림 Ⅲ-86] 연도별 이륜차 사고 발생건수	149
[그림 Ⅲ-87] 요일별 이륜차 발생건수	150
[그림 Ⅲ-88] 소업종별 이륜차 사고 발생건수	151
[그림 Ⅲ-89] 작업지역별 이륜차 사고 발생건수	152
[그림 Ⅲ-90] LLM을 활용한 산업재해 분류 방법	153
[그림 Ⅲ-91] RAG를 결합한 맞춤형 LLM	154
[그림 Ⅲ-92] LLM+RAG 모델을 활용하여 이륜차 사고원인 대분류 결과	154
[그림 Ⅲ-93] LLM+RAG 모델을 활용하여 이륜차 사고원인 대분류 결과	157
[그림 Ⅲ-94] 이륜차 시인성 효과성 분석	160

[그림 Ⅲ-95] 이륜차 시인성 효과성 분석을 위한 장비, 데이터, 분석 예시	161
[그림 Ⅲ-96] 실험 예시	164
[그림 Ⅲ-97] Lander 회사의 이륜차 시뮬레이터 예시	167
[그림 Ⅲ-98] 룩셈부르크 도로 관리국은 이 세 가지 색상을 사용하여 오토바이 운전자의 안전성을 평가	169

I. 서론

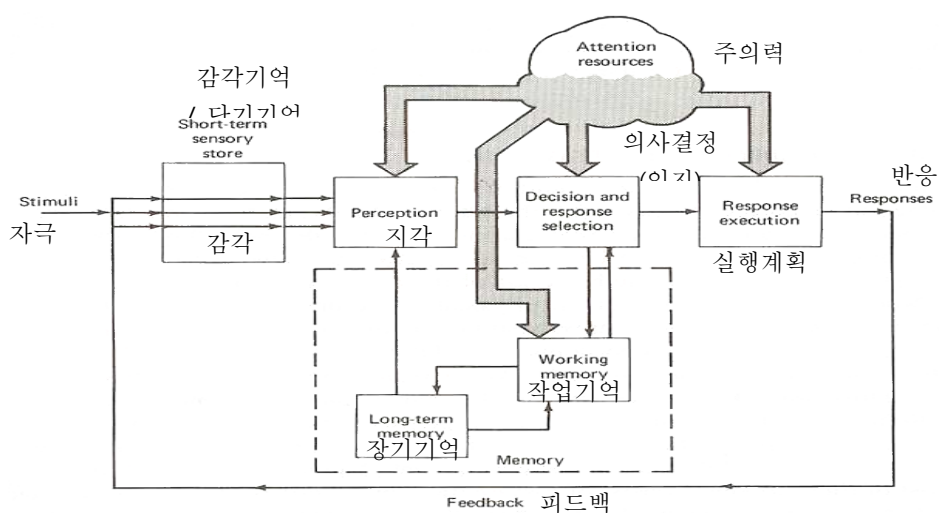


I. 서론

1. 연구목적 및 필요성

1) 인간의 정보처리과정 및 능력

인간의 정보처리과정은 자극, 감각, 지각, 인지, 실행계획, 반응 순으로 구분된다(그림 1). 여기서, 자극이라는 것은 정보라고도 하는데, 인간의 자극(정보)이 존재하면 이를 감각기관을 통하여 감각하는 것을 시작으로 정보처리를 수행한다. 자극(정보)의 질은 인간의 정보처리과정의 마지막 단계인 반응(행동) 단계의 성공과 실패에 지대한 영향을 주게 된다. 따라서 자극(정보)을 인간중심으로 설계하는 것이 반응(행동)을 올바르게 유도하는 데 매우 중요한 역할을 하게 된다.



[그림 I-1] Wickens information processing model (1984)

감각(Sensing)은 빛, 소리 등의 물리적 자극(정보)을 눈, 귀 등의 감각기관을

통해서 받아들이는 과정을 의미한다. 인간의 감각기관에는 한계가 존재하며 시각의 한계는 가시광선의 주파수 400~70nm, 시야 범위 수평 ~210도, 수직 ~90도, 시력 ~2.0을 지니고 있다. 지각(Perception)은 감각기관을 통해 들어온 신호는 뇌로 전달되어 장기기억 속에 담긴 기존의 기억과 비교하여 그 자극의 의미를 알아내는 단계이다.

이와 같이 작업 현장의 근로자는 모든 작업을 수행할 때 인간의 정보처리 과정을 통하여 작업(행동)하고 있다. 이러한 인간의 정보처리과정에서 올바른 행동 및 위험과 안전을 정확히 판단하여 작업하기 위해서는 인간의 정보처리 과정에서 가장 첫 단계인 자극(정보)을 인간중심으로 설계하는 것이 매우 중요하다. 따라서 여러 분야에서 자극(정보)을 설계하여 안전에 활용하고자 하는 노력을 수행하고 있다.

2) 시인성(시각정보 등)과 안전

색은 오래전부터 다양한 분야에서 정보를 제공하는 것에 사용되었으며, 우리나라의 경우 신분의 차이를 구분하기 위해 신분에 따라 옷감을 사용할 수 있는 색을 제한하고, 전쟁에서 신호수의 깃발 색에 맞추어 전쟁을 지시하는 등에 활용하였다. 색은 문화와 시대에 따라 그 의미가 조금씩 달라질 수 있지만, 색을 통하여 정보를 제공할 수 있다는 것은 누구나 공감할 수 있다.

인간은 외부로부터 제공되는 정보(자극)의 85% 이상을 시각을 통해 획득하고, 색상, 형태, Texture의 순으로 사물을 인식한다. 색은 일상생활뿐만 아니라 다양한 산업 분야에서도 인간에게 정보를 제공하기 위하여 매우 활발하게 활용하고 있다. 특히, 위험 상황에 대응하기 위해 대상의 정보를 신속하게 전달하는 수단으로 색상이 매우 빈번히 활용해 왔으며, 이러한 개념을 안전에도 적용하고 있다.

가장 대표적인 예는 운전이나 보행 시 활용되고 있는 신호등의 색상이며, 우리가 흔히 알고 있는 안전 개념 중 안전색채가 이에 해당하며, 안전색채는 색으로부터의 연상과 상징 등을 이용하여 사업장의 안전 정보, 교통정보, 보안정보, 구급 체계 시설물, 위험시설 경고, 위험 장소 경고, 위험물질 경고, 비상시의 지시나 안내 등의 정보를 설계할 때 다양하게 사용되고 있다.

미국은 1940년 파버비렌과 듀폰사가 개발한 안전을 위한 색채분류법을 활용하여 미국표준협회(ASA; American Standard Association)에서 안전 색의 표시법(Safety color code)을 규격으로 설정하여, 현재까지 활용되고 있다. 영국색채협회(BCC; British Color Council)은 안전 색에 대해 7가지를 발표하며, 파란색은 경고를 의미하고, 사용해서는 안 될 발판 재료나 수리 중인 기계를 표시하기 위해 쓰이고 있다. 유사하게 영국표준협회(BSI; British Standard Institution)는 파이프라인을 식별한 색을 제정하여 공공시설과 공업 시설에 사용되고 있다(표 I-1).

〈표 I-1〉 영국표준협회의 파이프라인 식별 색상 및 의미

색상	의미
빨강	• 화재시설
주황	• 전기
노랑	• 가스
녹색	• 물
알루미늄 색	• 증기
흰색	• 공기
밝은 회색	• 화학 원료
검정	• 배수(오염수)

한국도 이와 유사하게 한국산업규격(KS)에 의해 적용 범위와 색채의 종류 및 사용 개소와 색의 지정이 규정되어 있다(표 I-2). 산업현장에서는 위험은 빨간색, 안전은 녹색, 지시는 파란색, 경고는 노란색이라는 안전색채의 규격 등을 활용하여 색상별로 위험 구역과 안전지역, 통로, 휴식 공간, 접근금지 등의 다양한 정보를 제공하여 근로자들이 위험을 빠르게 인식하거나 작업환경의 변화를 대처할 수 있도록 설계하고자 하는 노력을 하고 있다.

색상은 시인성이 좋고 이해가 빠르며 심리적인 반응을 빠르고 정확하게 유발할 수 있어 현장에서 위험을 쉽게 알릴 수 있고 근로자들이 위험에 대해 무감각해지는 것을 환기하게 해줄 수 있는 역할을 할 수 있다.

〈표 1-2〉 KSA 안전 색상 및 의미

색상	의미
빨강	<ul style="list-style-type: none"> • 방화 표시, 배관계 식별 소화 표시 • 금지표시 • 긴급 정지 버튼, 정지신호기 • 화약 경고표, 발파 경고표, 화약류의 표시
주황	<ul style="list-style-type: none"> • 위험 표시, 배관계 식별 위험, 스위치 상자 뚜껑 안쪽면, 기계의 안전 커버 안쪽면, 노출 기어의 옆면, 눈금판의 위험 범위 • 구멍보트, 구멍구, 구멍대, 수로 표시, 선박계류 부표, 비행장용 구급차, 비행장용 연료차
노랑	<ul style="list-style-type: none"> • 주의 표시, 감전 주의 표시, 크레인, 구내 기관차의 범퍼, 낮은 대들보(양), 충돌할 우려가 있는 기둥, 바닥의 돌출물, 피트 가장자리, 바닥면의 끝, 호퍼 주위 및 계단의 발디디는 곳 가장자리, 걸쳐 놓은 다리, 전선 방호구, 도로상의 바리게이트, 해로운 물질을 잘게 부수는 용기 또는 사용 장소, 가전제품의 경고 표시
녹색	<ul style="list-style-type: none"> • 안전 지도 표시 및 안전기 • 유도표지, 비상구 방향을 나타내는 표시, 대피소 위치를 나타내는 경표 및 대피소, 갱구, 특정 구역의 방향을 나타내는 표시 • 위생 지도 표시, 노동 위생기, 구호 표시, 보호구 상자, 들 것, 구급상자, 구호소의 위치 및 방향을 나타내는 표시 • 통행 신호기
파랑	<ul style="list-style-type: none"> • 지시 표시 • 보호안경의 착용, 가스 측정 등을 지시하는 표시, 수리 중 또는 운전 휴게 장소를 나타내는 표시, 스위치 상자의 바깥 면
갈색	<ul style="list-style-type: none"> • 관광 대상이나 관광 이용 시설을 나타내는 표시
회색	<ul style="list-style-type: none"> • 문자, 파란색이나 초록의 보조색 • 통행로, 정돈, 청결, 방향 지시
검정	<ul style="list-style-type: none"> • 문자, 빨간색이나 노란색에 대한 보조색
자주	<ul style="list-style-type: none"> • 방사능표지, 방사능 경표, 방사성 동위원소 및 여기에 관한 폐지 작업실, 저장시설, 관리구역 등에 설치하는 울타리 등

다양한 분야에서 색채와 디자인의 표준화, 최신 기술의 도입, 사용자 중심의 접근을 통해 산업현장의 안전성을 극대화하려는 방향으로 나아가고 있다.

궁극적으로, 선행 연구들은 작업환경에서의 안전사고를 줄이고, 효율적이고 안전한 작업환경을 조성하는 것을 목적으로 진행되고 있는 것으로 파악된다.

다만 전반적으로 건설 현장 작업자, 도로 작업자, 운전원처럼 야외 활동을 하는 사람들을 대상으로 연구가 이루어지고 있어, 산업재해가 빈번하게 발생하는 공장이나 실내 작업환경, 혹은 그곳에서 사용하는 장비에 대해 시인성을 활용한 연구는 아직 부족하다. 따라서 작업자의 안전과 건강을 보호하는 데 중요한 역할을 하고, 실내 작업환경에서 발생할 수 있는 다양한 위험 요소를 체계적으로 분석하여 산업재해 예방을 위한 시인성 강화 연구가 필요하다.

3) 연구목표

최근 해외에서는 색상의 시인성 강화를 통한 산업재해예방활동이 활성화되고 있으나 국내는 관련 연구 부족과 재해예방을 위한 법적·제도적 장치가 미흡한 실정이다. 특히 최근에는 시인성(시각적 정보 등)의 부족으로 시각에 오류가 발생하여 불안정한 행위가 유발되어 발생할 수 있는 사고의 사례가 증가하고 있으나 이를 예방하고자 하는 연구는 찾아보기 힘들다.

따라서, 본 연구의 목적은 시인성(시각적 정보 등) 측면에서 안전사고 예방을 도모하기 위한 방안(사례)을 조사 및 정리하고 국내 특성에 적용 가능한 실천 방안을 마련하고자 한다. 추가적으로, 재해예방 활동 또는 산재예방사업에 필요한 향후 연구과제 및 정책을 발굴하여 제시하고자 한다.



II. 연구내용 및 방법



II. 연구내용 및 방법

1. 연구내용 및 범위

본 연구는 시인성(시각적 정보 등) 측면에서 안전사고 예방을 도모하기 위한 방안(사례)을 조사 및 정리하고 국내 특성에 적용 가능한 실천 방안을 마련하며, 재해예방 활동 또는 산재예방사업에 필요한 향후 연구 과제 및 정책을 발굴하여 제시하고자 하는 목적으로 지니고 있다.

- 법·규칙상 색상 또는 색깔 관련 사업장·업종·직종별 적용 국내·외 현황, 시인성(시각적 정보 등)을 활용한 안전보건 분야 활용 사례에 관한 국내·외 사례 조사
- 시인성(시각적 정보) 관련 사고조사 사례분석
- 시인성 관련 설문조사를 위한 요인 및 문항 도출(Pilot)
- 시인성 관련 효과성 분석 방법론 조사
- 재해예방 활동 또는 산재예방사업에 필요한 향후 연구과제 발굴, 정책 및 산업재해예방 사업화 제시

연구내용

최종 목표				
시인성을 활용한 산업재해예방 사례분석 및 국내 도입방안 마련				
세부 연구 내용	시인성(시각적 정보)을 활용한 사례조사	시인성(시각적 정보) 관련 사고조사 사례분석	시인성 관련 설문조사 요인/문항 도출, 효과성 분석 방법론	향후 연구과제 및 정책 발굴
	<ul style="list-style-type: none"> 법, 규칙 상 색상 또는 색깔 관련 사업장/업종/직종별 국내외 현황조사 시인성(시각적 정보 등)을 활용한 국내외 사례조사 	<ul style="list-style-type: none"> 시인성(시각적 정보 등)에 기인된 재해사례 분석(Case study) 	<ul style="list-style-type: none"> 시인성 관련 설문조사를 위한 요인 및 문항 도출(Pilot) 시인성 관련 효과성 분석 방법론 조사 	<ul style="list-style-type: none"> 시인성 관련 향후 연구과제 발굴 정책, 제도, 사업화 방안 발굴
산출물	<ul style="list-style-type: none"> 시인성(시각적 정보) 관련 법, 규칙, 규정 등의 데이터화 국내외 사례 데이터화 	<ul style="list-style-type: none"> 재해사례 리스트 분석 방법론 제시 	<ul style="list-style-type: none"> 시인성 관련 설문조사 1차 문항 도출 시인성을 활용한 산업재해 예방 효과성 분석 방법론 	<ul style="list-style-type: none"> 연구과제, 정책, 제도, 사업화 방안(안)

시인성을 활용한 산업재해예방

[그림 II-1] 연구내용 및 범위

2. 연구방법

○ 법·규칙상 색상 또는 색깔 관련 사업장·업종·직종별 적용 국내·외 현황, 시인성(시각적 정보 등)을 활용한 안전보건 분야 활용 사례에 관한 국내·외 사례 조사

- 조사기관 및 데이터베이스 선정

〈표 II-1〉 조사기관 및 데이터베이스

조사범위	분류	조사기관
기관	국내	고용노동부, 안전보건공단, 근로복지공단, 한국표준협회 등
	국외	미국: National Institute for Occupational Safety and Health, Occupational Safety and Health, Centers for Disease Control and Prevention, American Standard Association 캐나다: WorkSafeBC, Canadian Centre for Occupational Health and Safety 유럽: European Agency for Safety and Health at Work, Health and Safety Executive, European Agency for Safety and Health at Work, International Labour Organization 일본: Japan Industrial Safety and Health Association, National Institute of Occupational Safety and Health, Japan
데이터베이스	국내	구글 학술, KISS, RISS, 국회도서관, DBpia
	국외	Google Scholar, PubMed, Science Direct, Medline, Scopus, Web of Science, JSTOR

- 국내·외 문헌고찰을 위한 키워드 선정

- ▷ 국내: 색기준, 색표준, 시인성, 안전색채, 색상안전, 시각정보, 인간의 정보처리과정 등
- ▷ 국외: color criteria, color standard, visuability, safety color, color safety, visual information, human information process, etc.

- 국내·외 문헌고찰 절차

- ▷ 1 step: 기관 및 데이터베이스 검색
- ▷ 2 step: 키워드 검색
- ▷ 3 step: 제목 리뷰
- ▷ 4 step: 초록 및 개요 리뷰
- ▷ 5 step: 문서 전체 리뷰
- ▷ 6 step: 조사 항목 및 관련 내용 정리



[그림 II-2] 문헌고찰 절차

● 문헌조사 내용 정리 방법

▷ 국내·외 법·규칙 상 색상 또는 색깔 관련 자료들을 표 5와 같이 정리할 예정이다.

〈표 II-2〉 색상 또는 색깔 관련 법/규칙 정리 예시

분류	법/규칙
국내	<ul style="list-style-type: none"> • KSA: 안전색의 의미 • KS S ISO3864-1: 그래픽 심볼- 안전색의 안전표지 • KS S ISO7001: 그래픽 심볼 - 공공 안내 심볼
국외	<ul style="list-style-type: none"> • OSHA 안전색상 정의 • ANSI Z535.1 안전색상 • ISO 3864-1 • ISO 3864-2 • 호주/뉴질랜드 국가표준(AS/NZS 4602.1) • 미국 국가 표준(ANSI/ISEA 107) • 영국 국가 표준(EN ISO 20471)

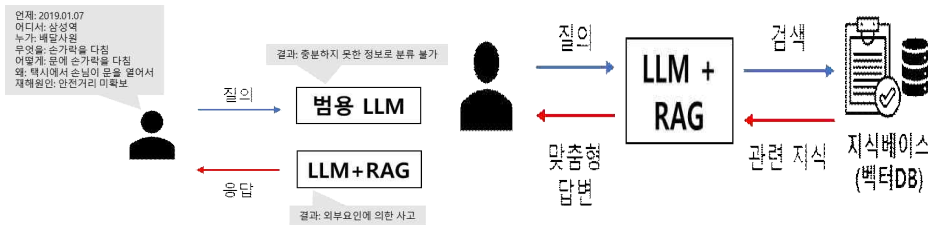
▷ 사업장·업종·직종별 적용 국내·외 현황, 시인성(시각적 정보 등)을 활용한 안전보건 분야 활용 사례

〈표 II-3〉 국내·외 안전보건 분야 활용 사례 정리 예시

분류	기관	활용 분야	세부 내용
국내	KS S ISO	산업안전표지	
	현대건설	개선된 안전 펜스	
국외	ANSI (American National Standards Institute)	파이프 색상 코드	
	ANSI	작업장 통로 및 구획	
	NSW Government (New South Wales Government)	고시인성 개인보호구 사례	

○ 시인성(시각적 정보) 관련 사고조사 사례분석

- 시인성(시각적 정보) 문제로 인한 사고사례 분석
 - ▷ 이륜차 산업재해 데이터를 대상으로 연도, 광역별, 재해시간, 재해요일에 대한 기술통계를 실시
 - ▷ 재해개요에 기록된 사고 유형 및 원인에 대한 문맥을 LLM(Large Language Models) 기반의 자연어 처리 기법을 활용하여 분석
 - ▷ 대형언어모델(LLM)을 활용하여 재해개요 데이터 (발생일시, 어디서, 누가, 무엇을, 어떻게, 왜, 재해발생원인)를 전달한 후, 사고 원인이 이륜차 운전자에 있는지 아니면 제 3자에 있는지 분류



[그림 II-3] 사고조사 사례분석 예시

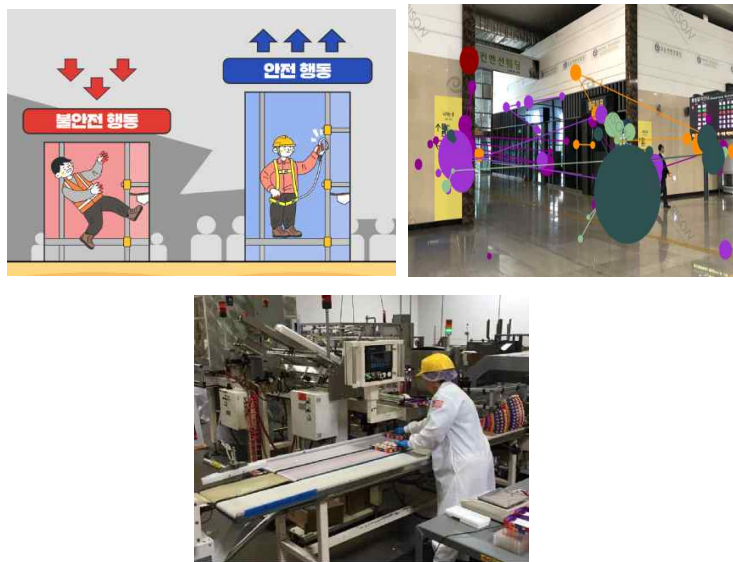
○ 시인성 관련 설문조사를 위한 요인 도출(Pilot), 시인성 관련 효과성 분석 방법론 조사

- 설문조사를 위한 요인 및 문항 도출(Pilot)
 - ▷ 시인성 측면에서 적용 가능한 환경적 요인, 근로자 요인, 기인물 요인 파악을 위한 설문 요인 도출
 - ▷ 외국인, 고령자 등의 시인성 문제를 파악하기 위한 설문 요인 도출

- ▷ 기타 현재 사업장 시인성 관련 적용 사례 조사 및 향후 필요성 파악을 위한 설문 요인 도출
- ▷ 해당 설문 요인을 기반으로 한 1차 시인성 관련 설문조사를 위한 문항 도출

● 시인성 관련 효과성 분석 방법론 조사

- ▷ 근로자 행동분석(Behavior analysis): 사용자가 시인성을 적용한 시스템을 사용함에 있어서 어떤 상호작용을 하는지 분석하는 것을 의미
- ▷ 생체신호 기반 분석(Bio-Signal analysis): 아이트래커, 뇌파 등과 같은 인위적으로 발생 가능한 생체 신호를 이용하여 시인성을 적용한 시스템을 사용함에 있어서 생체 신호 측면에서 어떠한 변화가 발생하는지를 분석하는 것을 의미



[그림 II-4] 시인성 관련 효과성 분석 방법론 조사 예시

- 재해예방 활동 또는 산재예방사업에 필요한 향후 연구 과제 및 정책 발굴
 - 시인성(시각적 정보)을 통한 위험 및 안전 정보 제공에 대한 대상 선정
 - 대상별 시인성 설계를 위한 가이드라인 도출 및 검증
 - 안전 관련 시인성 설계 가이드 표준화 및 지침화
 - 소규모 사업장의 시인성 향상을 위한 사업 설계



Ⅲ. 연구결과

.....



III. 연구결과

1. 시인성(시각적 정보)을 활용한 사례조사

1) 법, 규칙, 기준, 표준 등 조사

1.1) 국내

(1) 산업안전보건법

- 산업안전보건법 제37조(안전보건표지의 설치·부착)에서 안전보건표지의 설치·부착에 있어서 사용되는 색채의 색도기준 및 용도(산업안전보건법 시행규칙 제38조(안전보건표지의 종류·형태·색채 및 용도 등))를 정의하고 있다.

색채	색도기준	용도	사용례
빨간색	7.5R 4/14	금지	정지신호, 소화설비 및 그 장소, 유해행위의 금지
		경고	화학물질 취급장소에서의 유해·위험 경고
노란색	5Y 8.5/12	경고	화학물질 취급장소에서의 유해·위험경고 이외의 위험경고, 주의표지 또는 기계방호물
파란색	2.5PB 4/10	지시	특정 행위의 지시 및 사실의 고지
녹색	2.5G 4/10	안내	비상구 및 피난소, 사람 또는 차량의 통행표지
흰색	N9.5		파란색 또는 녹색에 대한 보조색
검은색	N0.5		문자 및 빨간색 또는 노란색에 대한 보조색

[그림 III-1] 산업안전보건표지의 종류·형태·색채 및 용도

(2) KSA 안전 색상 및 의미

- 한국산업규격(KS)에 의해 적용 범위와 색채의 종류 및 사용 개소와 색의 지정이 규정되어 있다.

〈표 III-1〉 KSA 안전 색상 및 의미

색상	의미
빨강	<ul style="list-style-type: none"> • 방화 표시, 배관계 식별 소화 표시 • 금지표시 • 긴급정지 버튼, 정지신호기 • 화약 경고표, 발파 경고표, 화약류의 표시
주황	<ul style="list-style-type: none"> • 위험표지, 배관계 식별 위험, 스위치 상자 뚜껑 안쪽면, 기계의 안전 커버 안쪽면, 노출 기어의 옆면, 눈금판의 위험 범위 • 구멍보트, 구멍구, 구멍대, 수로 표시, 선박계류 부표, 비행장용 구급차, 비행장용 연료차
노랑	<ul style="list-style-type: none"> • 주의 표지, 감전 주의 표지, 크레인, 구내 기관차의 범퍼, 낮은 대들보(양), 충돌할 우려가 있는 기둥, 바닥의 돌출물, 피트 가장자리, 바닥면의 끝, 호퍼 주위 및 계단의 발 디디는 곳 가장자리, 걸쳐 놓은 다리, 전선 방호구, 도로상의 바리게이트, 해로운 물질을 잘게 부수는 용기 또는 사용 장소, 가전제품의 경고 표시
녹색	<ul style="list-style-type: none"> • 안전 지도 표지 및 안전기 • 유도 표지, 비상구 방향을 나타내는 표지, 대피소 위치를 나타내는 경표 및 대피소, 갱구, 특정 구역의 방향을 나타내는 표지 • 위생 지도 표지, 노동 위생기, 구호 표지, 보호구 상자, 들 것, 구급 상자, 구호소의 위치 및 방향을 나타내는 표지 • 통행 신호기
파랑	<ul style="list-style-type: none"> • 지시 표지 • 보호안경의 착용, 가스 측정 등을 지시하는 표지, 수리 중 또는 운전 휴게 장소를 나타내는 표지, 스위치 상자의 바깥 면
갈색	<ul style="list-style-type: none"> • 관광 대상이나 관광 이용 시설을 나타내는 표지
회색	<ul style="list-style-type: none"> • 문자, 파란색이나 초록의 보조색 • 통행로, 정돈, 청결, 방향 지시
검정	<ul style="list-style-type: none"> • 문자, 빨간색이나 노란색에 대한 보조색
자주	<ul style="list-style-type: none"> • 방사능표지, 방사능 경표, 방사성 동위원소 및 여기에 관한 폐지 작업실, 저장시설, 관리구역 등에 설치하는 울타리 등

(3) KOSHA GUIDE

- 도로 및 선로 작업에서 리스크 감소를 위해 반사조끼 사용에 관한 지침을 운영한다(KOSHA X-45-2014)
- 반사조끼는 주간과 야간의 다양한 조명 조건에서 가시성과 어두운 야간의 차량 전조등 조건에서 착용자가 분명히 확인되기 위한 형광 소재와 재귀 반사 시트의 요구사항을 만족하여야 한다.
- 반사 조끼는 <표 III-2>에 나타난 바와 같이 형광 소재 부분과 재귀 반사 시트의 최소면적에 따라 3개의 등급으로 분류(EN 471 High-visibility warning clothing)한다.

<표 III-2> 반사조끼등급: EN 471

구분	3등급	2등급	1등급
형광소재 [m ²]	0.80 이상	0.50 이상	0.14 이상
재귀반사재 [m ²]	0.20 이상	0.13 이상	0.10 이상
혼합성능재 [m ²]	-	-	0.20 이상




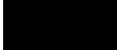
- 형광 소재는 형광 노랑, 형광 주황 및 형광 빨강으로 구분하며, 리스크 평가의 범위에서 주어진 환경을 고려하여 어떤 형광 색깔이 더 좋은 식별성을 갖는지 검토하여야 한다. (예, 형광 노랑은 형광 주황보다 숲 주변이나 꽃밭에서 식별하기 어렵다)



[그림 III-2] 형광 노랑과 형광 주황의 반사조끼를 착용한 사람의 식별성





- KOSHA GUIDE(E-29-2021) 전선의 종류, 식별 등에 관한 기술 지침은 전선에 대한 정의를 명확히 하며 전기의 안전한 사용과 정비를 위해 필요한 전선의 종류 용량 등의 표시 방법에 관한 기술적 사항을 정한다.
- 도체를 식별하기 위하여, 검정색(Black), 갈색(Brown), 적색(Red), 주황색(Orange), 노란색(Yellow), 녹색(Green), 청색(밝은 파랑 포함, Blue including light blue), 보라(Violet), 회색(Grey), 흰색(White), 분홍색(Pink), 청록색(Turquoise)과 같은 색상 사용한다.

〈표 III-3〉 절연 단심 도체 식별

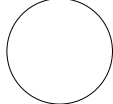
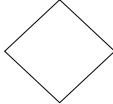


색상	의미
	교류 제어 회로
	외부 전원에서 공급되는 연동 제어 회로
	직류 제어 회로
	교류 및 직류 전원회로

- KOSHA GUIDE(Z-28-2022) 안전보건표지 설치 및 유지관리에 관한 지침은 사업장 유해위험요소가 잠재하는 곳에 안전사고예방을 위한 안전 보건표지 및 신호에 관한 표준과 기술적 사항을 안내한다.

〈표 III-4〉 안전색 조합의 일반적인 의미

배치	색 조합	의미/사용	
	노랑과 검정 대비색	다음의 위험 요소가 있는 위험 장소나 방해물	<ul style="list-style-type: none"> • 잠재적 위험 경고 • 출입금지
	빨강과 하양 대비색	<ul style="list-style-type: none"> • 사람의 부딪힘 또는 낙상 • 중량물 낙하 	
	파랑과 하양 대비색	<ul style="list-style-type: none"> • 강제적인 지시를 나타냄 	
	초록과 하양 대비색	<ul style="list-style-type: none"> • 안전한 상태를 나타냄 	

〈표 III-5〉 상징 모양 및 의미

모양	의미
	금지, 정지, 고도의 위험, 의무행동, 지시, 안전, 구호, 지도, 보호, 방사능
	위험
	주의
	정보(지시 포함), 금지, 정지, 고도의 위험, 의무행동, 지시, 안전, 구호, 지도, 보호, 방사능

〈표 III-6〉 표지판 모양 및 의미

표지	의미	안전색	대비색	그림 표지의 색	사용 보기
 대각선이 있는 원	금지	빨강	하양*	검정	<ul style="list-style-type: none"> • 금연 • 수영 금지 • 화기 엄금
 원	지시	파랑	하양*	하양*	<ul style="list-style-type: none"> • 보안경 착용 • 안전복 착용 • 사용 후 전원 차단
 정삼각형	경고/주의	노랑	검정	검정	<ul style="list-style-type: none"> • 뜨거운 표면주의 • 생물학적 위험주의 • 전기주의
 정사각형	안전 조건	초록	하양*	하양*	<ul style="list-style-type: none"> • 의무실 • 비상구 • 대피소
 정사각형	화재 안전	빨강	하양*	하양*	<ul style="list-style-type: none"> • 화재 경보 위치 • 소화장비 • 소화전

* 하양은 ISO 3864-4에서 정의된 물성을 가진 자연광 조건에서 인광성 물질에 대한 색을 포함한다.

〈표 III-7〉 표지판 사용 방법

표지	방법
금지표지	• 둥근 모양, 흰색 배경, 빨간색 글자 및 대각선(표지 영역의 최소 35%를 차지하는 빨간색 부분)에 검정색 픽토그램 사용
경고표지	• 삼각형 모양, 검은색 글자가 있는 노란색 바탕에 검정색 픽토그램(표지 영역의 최소 50%를 차지하는 노란색 부분)
화학물질 경고표지	• 마름모 모양, 흰색 배경, 검정색 픽토그램
경고표지/지시표지	• 둥근 모양, 파란색 배경에 흰색 그림(문자 영역의 최소 50%를 차지하는 파란색 부분)
안내표지(비상탈출 또는 응급처치 표지판)	• 직사각형 또는 사각형, 녹색 배경에 흰색 그림 문자 (표지 영역의 50%를 차지하는 녹색 부분) • 비상탈출 표지의 경우 탈출 방향과 화살표의 위치가 모순되지 않도록 주의
소방표지판	• 직사각형 또는 사각형, 빨간색 배경에 흰색 그림 문자 (표지 영역의 최소 50%를 차지하는 빨간색 부분)

(4) KS S ISO3864-1(그래픽 심볼 - 안전색 및 용도)

- KS S ISO3864-1 (그래픽 심볼 - 안전색 및 안전표지 - 제1부: 안전표지 및 안전 표시의 디자인 원칙)
 - 안전 색상 및 심볼의 정의는 아래와 같다.
 - ▷ 안전색: 빨간색, 노란색, 파란색, 초록색 등 특정 색상이 각기 다른 안전 메시지를 전달
 - ▷ 심볼: 국제적으로 통용되는 그래픽 심볼을 사용하여 의미를 명확히 전달
 - 디자인 원칙은 아래를 포함하여야 한다.
 - ▷ 가시성: 심볼과 색상이 잘 보이도록 명도와 채도 조절
 - ▷ 단순성: 복잡하지 않고 직관적으로 이해할 수 있는 디자인
 - ▷ 일관성: 다른 표지와 의 통일성을 유지하여 혼란을 방지

- 안전표지의 종류는 크게 아래와 같이 구분하고 있다.
 - ▷ 금지표지: 위험한 행동을 금지하는 표시 (예: 빨간색 원 안의 사선)
 - ▷ 경고표지: 잠재적 위험을 알리는 표시 (예: 노란색 삼각형)
 - ▷ 의무표지: 특정 행동을 지시하는 표시 (예: 파란색 원)
 - ▷ 비상구 표지: 안전한 탈출 경로를 안내하는 표시 (예: 초록색 사각형)
- 설치 및 사용 가이드라인은 아래와 같다.
 - ▷ 설치 높이와 위치: 사용자 눈높이에 맞게 설치
 - ▷ 조명조건: 낮은 조명에서도 잘 보이도록 발광 재료 사용

〈표 III-8〉 안전색 용도 및 예시(KS S ISO3864-1)

색상	용도 및 예시	
빨간색 (7.5R 4/15)	용도:	방화, 금지, 정지, 고도의 위험 표시
	예시:	소화전 표시, 긴급 정지 버튼, 화약류 경고
주황색 (2.5R 6/14)	용도:	위험, 항해/항공 보안 시설
	예시:	위험 표지, 기계 안전 커버, 비행장 연료차
노란색 (2.5Y 8/14)	용도:	주의
	예시:	감전 주의 표지, 충돌 위험이 있는 기둥, 바닥 돌출물
초록색 (10G 4/10)	용도:	안전, 피난, 위생, 구호
	예시:	비상구, 대피소 표지, 구호소 위치
파란색 (2.5PB 3.5/10)	용도:	진행, 지시
	예시:	통행 신호기, 지시 표지
회색 (N9.5) 및 검정색 (N1)	용도:	보조색
	예시:	문자, 다른 색을 돋보이게 하는 역할

(5) 소방청

- 소방청은 재난 현장에서 활동하는 소방대원의 안전관리가 원활하게 이뤄질 수 있도록 소방대원의 역할에 따라 헬멧 색상을 구분한다.

〈표 III-9〉 소방대원 헬멧 색상 및 임무

색상	임무
빨강	<ul style="list-style-type: none"> • 구조대원 - 화재 재난, 재해 및 테러 그 밖의 위급 상황 구조 업무 수행 대원 • 화재현장에서 첨단장비로 불길을 뚫고 인명구조
주황	<ul style="list-style-type: none"> • 구조대원 - 화재 재난, 재해 및 테러 그 밖의 위급 상황 구조 업무 수행 대원 • 각종 재난·재해 현장에서 현장안전 및 인명구조 임무 수행
파랑	<ul style="list-style-type: none"> • 현장지휘관 - 화재, 구조, 재난 등 각 상황에 맞춰 팀원 임무를 계획, 상황별 임무 지시
하양	<ul style="list-style-type: none"> • 구급대원- 화재, 재난현장 등 위급 상황에서 발생한 응급환자 응급처치 후, 의료기관 이송임무
검정	<ul style="list-style-type: none"> • 화재진압대원 - 화재진압, 특정 소방대상물 및 소방용수 시설 관리, 예방순찰, 화재 예방 임무 수행
형광연두	<ul style="list-style-type: none"> • 현장안전 점검관 - 소방활동 구역 내 제반상황, 안전 위험 요인 파악, 극복 계획 등 현장소방 활동 대원의 안전사고방지 임무

- 국가위험물총합정보
 - 소방청은 국가위험물통합정보시스템에 화학물질의 분류·표지에 관하여 게시하고 있다.
 - 해당 분류·표지는 세계조화시스템(GHS)를 따른다.

1.2) 국외

(1) 전 세계 와이어 색상 코딩 표준

- 전선의 색상 코드는 안전을 위해 중요하다.
- 첫째, 색상 표준은 전기 기술자가 실수로 전선을 만지는 것을 방지하는 데 도움을 준다.
- 둘째, 색상 코드는 전기 문제를 더 쉽게 해결하는 데 도움을 준다.

〈표 III-10〉 전 세계 와이어 색상 코딩 표준

국가	1단계	2단계	3단계	중립적	지면
미국	검정	빨강	파랑	하양	녹색 또는 녹색/노란색 줄무늬
캐나다	검정	빨강	파랑	하양	녹색 또는 녹색/노란색 줄무늬
영국	갈색	검정	빨강	파랑	녹색/노란색 줄무늬
유럽 연합	갈색	검정	회색	파랑	녹색/노란색 줄무늬
호주	갈색	검정	빨강	파랑	녹색/노란색 줄무늬
인도	갈색	검정	빨강	파랑	녹색
중국	갈색	검정	빨강	파랑	녹색/노란색 줄무늬

(2) OSHA의 색상코드 정의 (미국)

- 미연방 정부가 제정한 산업안전보건관리법(OSHA; Occupational Safety and Health Administration)의 물리적 위험을 표시하기 위한 안전 색상 코드가 있다.
- OSHA는 산업체가 1910.144 - 물리적 위험을 표시하기 위한 안전 색상 코드를 따를 것을 요구함. 여기서는 물리적 위험에 대해 두 가지 색상만 적용된다.

- ▷ 빨강: 해당 지역에 화재 관련 위험이 있을 때 사용해야 한다. 여기에는 화염 근처 지역과 발화하거나 폭발할 수 있는 가연성물질이 포함된다. 빨간색은 사람들에게 정지를 경고하는 데에도 사용할 수 있으며, 이는 실내 또는 실외 운전 및 기타 상황에 필수적이다.
- ▷ 노랑: 많은 제조 또는 창고시설에서 흔히 발생하는 충격, 낙하, 미끄러짐, 넘어짐, 끼임 지점 및 기타 유사한 위험이 관련된 위험에 사용된다.



[그림 III-3] OSHA의 색상코드 정의

(3) 미국 국립 표준 협회(ANSI)의 분야별 색상 정의 (미국)

- 미국 국립 표준 협회(ANSI; American National Standards Institute)의 ANSI Z535 안전 표지판 표준에서 시각적 커뮤니케이션을 위한 안전 색상과 각 색상에 대한 특정 적용 분야를 설명한다.

〈표 III-11〉 미국국립표준협회의 안전 색상 및 특정 적용 분야

색상	의미	적용 분야
빨강	<ul style="list-style-type: none"> • "위험" 표지판 • 가장 심각한 위험, 화재 위험 및 소방 장비 식별 	<ul style="list-style-type: none"> • 소화기, 화재경보기 등 화재 안전용품 • 기계의 비상 정지 스위치, 버튼 및 막대 • 인화성 액체를 운반하는 용기 • 밀폐된 공간의 위험 • 건설 위험 및 PPE 요구사항
주황	<ul style="list-style-type: none"> • "경고" 표지판 • 작업자를 압착, 절단, 충격 또는 다른 방식으로 부상시킬 수 있는 위험한 기계 또는 장비 	<ul style="list-style-type: none"> • 노출되고 움직이는 기계 부품 • 낮은 클리어런스 레벨 • 전기적 위험(고전압 또는 잠재적 정전 등) • 대부분의 작업 구역 표시(안전 콘 및 배럴 포함) • 도로 공사 표지판
노랑	<ul style="list-style-type: none"> • "주의" • 노란색을 피하지 않으면 근로자 부상으로 이어질 수 있는 위험을 전달 	<ul style="list-style-type: none"> • 특정 기계에서 작업하거나 특정 구역에서 작업하는 동안 작업자에게 PPE를 착용하도록 지시 • 젖은 바닥 등 일반적인 위험을 지적 • 건설 현장이나 허가받은 직원만 출입이 가능한 곳에 들어갈 때 직원에게 알림 • 적재 도크, 플랫폼 및 연석의 노출된 가장자리에 대해 직원에게 경고 • 작업자에게 이동 장비, 머리 위 위험 요소 및 기타 물리적 위험에 대해 경고
녹색	<ul style="list-style-type: none"> • 일반적인 "안전" 표지판 • 구체적인 직장 위험 요소를 	<ul style="list-style-type: none"> • 응급처치 키트, 응급용 세안대 및 기타 의료 장비를 지적

		다루지 않는 안전 관련 메시지 제공	<ul style="list-style-type: none"> 일반적인 위생 지침과 알림을 제공 직원들에게 사고, 안전하지 않은 상황 및 기타 사건을 보고하도록 권장 직원들에게 일반적인 위험을 주의하도록 동기를 부여 모범 사례 및 기타 안전 조치 제안
파랑		<ul style="list-style-type: none"> "알림"표지판 개인 부상 및 기타 위험과 관련 없는 정보 전달 	<ul style="list-style-type: none"> 직원들에게 지정된 흡연 및 금연 구역을 명시 직원들에게 최상의 업무 관행을 상기시킴 유지관리 절차, 정보, 지침 및 규칙을 전달 지정된 구역의 오버헤드 클리어런스를 공유
보라		<ul style="list-style-type: none"> 방사선 위험 	

○ ANSI/ASME A13.1-2007에서는 배관에 흐르는 유체에 따른 라벨의 색상을 10가지로 세분화하여 유체(기체)의 종류를 표시하게 한다.

〈표 III-12〉 미국국립표준협회의 파이프라인 식별 색상 및 의미

	색상	의미
빨강	흰색 글자	<ul style="list-style-type: none"> 소화용 액체나 용액 물이 포함될 수 있지만 파이프가 소화에만 사용되는 경우에만 해당
주황	검정 글자	<ul style="list-style-type: none"> 독성, 유독성 또는 부식성 유체 대부분의 산은 이 유형의 파이프 표시를 사용
노랑	검정 글자	<ul style="list-style-type: none"> 가연성 및 산화성 액체와 가스 가솔린, 오일 등
녹색	흰색 글자	<ul style="list-style-type: none"> 식수 냉각, 보일러 급수 등 식수가 아닐 수 있음
파랑	흰색 글자	<ul style="list-style-type: none"> 압축 공기를 운반
갈색	흰색 글자	<ul style="list-style-type: none"> 가연성 유체
보라	흰색 글자	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 정의
검정	흰색 글자	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 정의
하양	검정 글자	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 정의
회색	흰색 글자	<ul style="list-style-type: none"> 사용자 정의

- ANSI Z535.1 코드를 준수함으로써 시설 직원은 안전에 대한 더욱 적절한 조치를 할 수 있다.
- 빨간색 - 빨간색은 위험을 나타내거나 사람들에게 정지해야 함을 경고하기 위해 안전 표지판, 라벨 또는 기타 물체에 사용된다.
- 주황색 - 주황색은 기계나 장비의 위험한 부분을 사람들에게 경고하는 데 사용된다. 위험은 압착, 절단, 충격 위험 또는 사람이나 시설에 물리적으로 해를 끼칠 수 있는 기타 위험으로 인해 발생할 수 있다. 이러한 경고 표시는 기계와 관련된 라벨에 가장 많이 사용되지만, 표지판 및 기타 물체에도 사용된다.
- 노란색 - 주의가 필요한 곳에서는 노란색을 표지판이나 라벨의 기본 색상으로 사용해야 한다. OSHA와 마찬가지로 여기에는 넘어짐, 화상, 끼임, 청력 손상 및 존재할 수 있는 거의 모든 일반적인 위험이 포함된다.
- 녹색 - 녹색은 사람들에게 비상 탈출구가 있음을 알리는 데 사용된다. 이는 비상사태 발생 시 지역을 탈출해야 하는 사람들에게 방향을 제공한다. ANSI에 따라 녹색이 사용되는 또 다른 장소는 응급처치 및 기타 유형의 안전 장비가 보관되는 장소를 식별한다.
- 파란색 - 파란색은 특정 항목이나 위치에 대한 정보와 제안을 제공하는 표지판과 라벨에 사용된다. 이 정보가 반드시 안전과 관련될 필요는 없다.
- 흑백 - 흑백 표지판이나 라벨은 교통을 안내하거나 사람들에게 가야 할 방향을 알려 주는 데 사용된다. 이러한 색상은 시설의 관리 관행에도 사용될 수 있다. 특별히 안전과 관련이 있는 것은 아니지만 이러한 유형의 표지판을 사용하면 시설의 안전을 직접적으로 향상시킬 수 있다.
- 보라색 - 보라색은 ANSI에서 향후 사용을 위해 예약되어 있지만, 대중적으로 사용되면서 방사선 위험에 대한 사실상의 표준이 된다.
- 회색 - 회색은 ANSI에서 향후 사용을 위해 예약되어 있다.

- 도로, 건설 현장 또는 OSHA에서 감독하는 모든 작업에서 공식적인 자격으로 작업 시 ANSI가 승인한 안전조끼를 착용해야 한다.

〈표 III-13〉 미국국립표준협회의 안전조끼 색상 및 의미

	색상	의미
노랑		<ul style="list-style-type: none"> • 자전거, 하이킹과 같은 레크리에이션 활동에도 일반적으로 사용 • 주차관리원, 횡단보도 경비원, 응급 서비스 등 산업에서도 인기
주황		<ul style="list-style-type: none"> • 도로 건설 산업에서 "안전 오렌지" 매우 선호 • 도로표지판, 콘, 차단벽, traffic barrels, 기계류에 사용되며 조끼로도 많이 보임 • 일반적으로 조사원과 공항 직원 착용 • 낮은 조명이나 안개가 낀 조건에서도 근로자 주변환경과 최대한의 가시성과 대비를 제공하도록 설계됨 • 착용자가 해당 구역의 다른 사람들에게 더 잘 보이게 되어 사고 예방에 도움이 됨
빨강		<ul style="list-style-type: none"> • 소방관이나 응급 대응자 등 잠재적으로 위험한 상황에 처한 근로자와 대응자 표시에 사용 • 최대한의 가시성을 제공하도록 설계되었으며, 동시에 근로자의 역할과 권한 수준을 나타냄 • 조끼의 밝은 빨간색은 연기나 기타 위험한 상황에서도 쉽게 알아볼 수 있어 근로자와 방문자가 안전을 보장할 책임이 있는 사람을 식별하는 데 도움

- 신호수가 착용하는 복장은 건설 안전보건에 관한 연방 규정(CFR)에 따라 도로 및 고속도로 표준 교통통제 장치 매뉴얼 요건을 준수하도록 규정한다.
- 주/야간작업 시 모든 근로자는 ANSI/ISEA 107-2015의 성능 등급 2등급 또는 3에 적합한 고시인성 안전복을 착용하여야 하며, 특히 야간작업의 경우 성능 등급 3에 적합한 안전복 착용을 권고한다.
- 미국 국가표준(ANSI/ISEA 107)
- 작업환경별로 분류되는 고시인성 안전복 성능 등급은 다음과 같다.

	O 타입 (오프로드 및 비도로)	R 타입 (도로 및 임시교통통제구역)	P 타입 (응급, 사고대응 및 법률 집행 인력)	보조 복장 (바지, 작업복, 반바지, 장화 및 각반)
성능 등급	• 1 등급	• 2 등급 및 3 등급 ※ 타입 P 대비 더 넓은 배경소재 면적을 요구	• 2 등급 및 3 등급 ※ 색상 식별기준 : 빨간색(소방), 녹색(응급의료), 파란색(법 집행)	• E 등급 ※ E 등급 복장을 2 등급 또는 3등급 안전복과 함께 착용 시, 전체 성능은 3등급으로 간주

[그림 III-4] 미국 국가표준(ANSI/ISEA 107)

- 성능 등급이 높을수록 가시성(감지 거리)이 높으나, 민소매 또는 조끼 형태만으로는 성능 등급 3으로 간주 되지 않는다.
- 모든 성능 등급 제품에 재귀반사 소재가 포함되나, 최소면적에 차이를 둔다.

▷ 등급별 고시인성 안전복 디자인 예시



※ 이미지출처: <https://safetysignindonesia.id/mengenal-tipe-dan-kelas-high-visibility-safety-apparel-hvsa-sesuai-standar-ansi-isea-107-2020/>

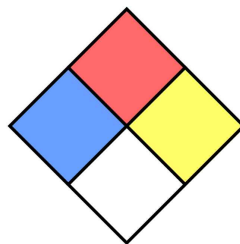
[그림 III-5] 미국 등급별 고시인성 안전복 디자인 예시

(4) 미국화재예방협회 화학물질 규정 (미국)

- 미국화재예방협회(NFPA; National Fire Protection Association)에서는 화재 및 위험물질과 관련된 위험성을 나타내기 위해 NFPA 704 시스템을 운영한다.
- 화학물질의 위험성을 나타내는 다이아몬드 모양의 마크와 함께 네 가지 색상과 숫자를 사용하여 위험의 정도를 시각적으로 표시한다.

〈표 III-14〉 NFPA 704 시스템 색상과 위험도

색상	의미
빨강	<ul style="list-style-type: none"> • 화재위험성 • 숫자(0~4)가 높을수록 인화성이 높음
노랑	<ul style="list-style-type: none"> • (화학적) 반응위험성 • 숫자(0~4)가 높을수록 반응성이 높음
파랑	<ul style="list-style-type: none"> • 건강위험성 • 숫자(0~4)가 높을수록 건강에 더 심각한 위험을 미침
하양	<ul style="list-style-type: none"> • 특수위험성 • 특정 기호로 표시 (예: OX-산화성 물질, W-물과 반응하는 물질)



[그림 III-6]
NFPA 다이아몬드
모형

(5) 미국교통부의 교통 통제 장치 규정 (미국)

- 미국교통부(USDOT)에서 발행한 교통 통제 장치에 관한 통일된 규정 매뉴얼 MUTCD (Manual on Uniform Traffic Control Devices)에서는 교통 표지판, 신호등, 노면 표지 등 교통 통제 장치에 대한 표준을 정의한다.
- MUTCD 매뉴얼에서는 교통정보의 색상에 대해 다음과 같이 규정한다.

〈표 III-15〉 MUTCD 색상 및 의미

색상	의미
빨강	<ul style="list-style-type: none"> • 정지 및 양보 표지판, 다중 도로 보충 표지판, 진입 금지 및 잘못된 길 표지판, 일부 규제 표지판의 설명 또는 기호, 주간 고속도로 및 일부 주 도로 마커의 일부로 사용
주황	<ul style="list-style-type: none"> • 임시 교통통제 표지판의 배경색으로 사용됨
노랑	<ul style="list-style-type: none"> • 경고 표지판의 배경색
녹색	<ul style="list-style-type: none"> • 가이드 및 정보 표지판의 배경색으로 사용되며 허용 규제 및 주차 표지판의 설명에도 사용
파랑	<ul style="list-style-type: none"> • 여행자 서비스 정보 표지판, 비상 대피경로 표지판 및 주간 고속도로와 일부 주 도로 표지판의 배경색으로 사용
보라	<ul style="list-style-type: none"> • 전자 통행료 징수 표지판의 배경색으로 사용됨
갈색	<ul style="list-style-type: none"> • 레크리에이션 또는 문화적 관심 지점이 관련된 안내 및 정보 표지판의 배경색으로 사용됨
하양	<ul style="list-style-type: none"> • 대부분의 규제 표지판 및 일부 경로 표시기의 배경색으로 사용되며 빨간색, 녹색, 파란색, 갈색 및 검정색 배경이 있는 표지판의 범례 색상으로 사용

(6) 캐나다 직업 건강 및 안전 규정 (캐나다)

- 캐나다 직업 건강 및 안전 규정(COHSR; Canada Occupational Health and Safety Regulations)에 의해 캐나다의 회사들은 특정 위험 액체에 대해 특정 색상을 사용한다.

〈표 III-16〉 캐나다 직업 건강 및 안전 규정의 위험 액체 색상 및 의미

색상	의미
빨강	• 페인트, 잉크 및 기타 가연성 액체
노랑	• 가연성 화학물질 및 액체
녹색	• 살충제
파랑	• 부식성 및 유해 액체 및 고체
하양, 베이지, 회색	• 폐기물 또는 야외 사물함
은색 또는 Neutral	• 실험실 캐비닛

- 고시인성 안전복(HVSA)을 착용하게 하여 근로자가 다른 사람들이 자신을 "보는" 정도(가시성)를 개선할 수 있도록 한다.

〈표 III-17〉 위험도별 착용 고시인성 안전복 및 상황

위험도	안전복	상황
저위험		<ul style="list-style-type: none"> • 다가오는 교통에 온전히 주의를 기울일 수 있는 활동을 수행하는 근로자 • 근로자가 도보로 이동하는 경우와 차량이나 기타 이동 장비로 이동하는 경우 사이에 충분한 분리가 있는 경우 • 직업 배경이 복잡하지 않아 가시성이 최적화된 경우 • 차량 속도가 40km/h(25mph)를

		<p>초과하지 않는 경우</p> <ul style="list-style-type: none"> • 근로자가 다가오는 교통에 대한 주의를 돌리는 작업을 할 때
<p>중간 위험</p>		<ul style="list-style-type: none"> • 차량이나 장비가 40~80km/h(25~50mph)로 이동할 때 • 악천후나 어두운 조명 속에서도 가시성을 높여야 하는 작업 • 업무 배경이 복잡한 경우 • 근로자가 다가오는 차량 교통으로부터 주의를 돌리는 작업을 수행할 때 • 작업 활동이 차량에 더 가까이 있는 경우 (흐르는 차량 교통 속이나 근처)



(7) 영국 도로교통법(1991) (영국)

- 제1장 제3조: 다른 도로 이용자가 당신을 볼 수 있도록 해야 한다. 잘 보일 수 있는 물체를 착용하거나 휴대한다. 옅은 색깔이나 밝고 형광으로 된 물질을 입거나 휴대하는 것은 어두운 곳에서 도움이 된다. 야간에는 운전자가 전조등을 비추어 무반사 물질의 세배 정도까지 볼 수 있는 반사재(예를 들면 손목밴드, 조끼, 점퍼, 신발)를 이용한다.
- 제1장 제5조: 야간에 앞쪽의 감시관은 백색등을 휴대하고, 뒤쪽의 감시관은 뒤에서 볼 수 있는 연한 붉은색 등을 휴대한다. 행렬에서 벗어나 행진하는 사람들도 등화를 휴대하고 반사복을 착용한다.

- 제2장 제33조: 노면전차 궤도. 노면전차 궤도는 보행지역을 통과하여 설치될 수 있다. 노면전차 궤도는 낮은 연석, 포장 또는 다른 노면 재질, 백색실선 또는 황색점선으로 표시한다.
- 제7-4장 제127조: 백색 점선. 이 선은 도로의 중앙선을 표시한다.
- 제11장 제239조: 청색 배지가 표시 되어있는 차량에 근접하여 정지하지 말아야 한다.

(8) 영국색채협회의 안전 색 (영국)

- 영국색채협회(BCC; British Color Council)은 안전 색에 대해 7가지를 발표하며, 파란색은 경고를 의미하고, 사용해서는 안 될 발판 재료나 수리 중인 기계를 표시하기 위해 쓰이고 있다.
- 안전 색에 대해 빨강은 화재, 주황은 주목과 위험, 노랑은 주의, 녹색은 안전, 파랑은 경고, 보라는 방사능, 하양은 청결과 가정을 의미한다.

(9) 영국표준협회의 파이프라인 식별 색상 및 의미 (영국)

- 영국표준협회(BSI; British Standard Institution)는 파이프라인을 식별한 색을 제정하여 공공시설과 공업시설에 사용한다.

〈표 III-18〉 영국표준협회의 파이프라인 식별 색상 및 의미

색상	의미
빨강	• 화재시설
주황	• 전기
노랑	• 가스
녹색	• 물
알루미늄 색	• 증기
하양	• 공기
밝은 회색	• 화학원료
검정	• 배수(오염수)

(10) HSE 서비스에 사용되는 기본 색상과 GB CLP 위험 그림 문자 (영국)

- 영국 안전보건청(HSE; Health and Safety Executive) 서비스에 사용되는 기본 색상은 다음과 같다.

〈표 III-19〉 HSE 서비스에 사용되는 기본 색상

색상	의미
HSE red	<ul style="list-style-type: none"> • Header에만 사용
HSE blue	<ul style="list-style-type: none"> • 링크 텍스트, 버튼에 사용해야 함 • 작업이나 링크를 나타내야 함
Black	<ul style="list-style-type: none"> • 제목과 본문
HSE purple	<ul style="list-style-type: none"> • 경고/오류 메시지 • 페이지에 새로운 내용이 표시됨을 나타내는 데 사용
HSE grey	<ul style="list-style-type: none"> • 필요한 경우 추가 요소에 회색 사용 가능

- Hazard pictograms (symbols)은 위험한 화학물질이 있음을 경고한다. GB CLP 위험 그림 문자는 빨간 테두리와 흰색 배경이 있는 다이아몬드 모양으로 나타내며 하나 이상의 그림 문자가 단일 화학물질의 라벨에 나타낼 수 있다.



[그림 III-7] 영국 안전보건청의 GB CLP 위험 그림 문자

(11) 개인보호구 규정 (영국)

- 직장 내 개인보호구 규정에 따라 모든 사업주는 근로자에게 적절한 개인 보호구를 지급해야 하며, 고시인성 의복도 개인보호구로 간주한다.
- 영국에서 유통되는 개인보호구(고시인성 의복을 포함)는 관련 표준(고시인성 의복에 관한 표준: EN ISO 20471:2013)에 적합함을 증명하는 적합성 선언 및 마킹(유럽 CE마크 또는 영국 UKCA마크)를 하여야 한다.
- 영국 국가표준(EN ISO 20471)
 - ▷ 국제표준 ISO 20471의 내용을 변경하지 않고 발생한 유럽 표준
 - ▷ 시인성 재료의 최소 요구 면적에 따라 1-3등급으로 분류하고 있으나, 각 등급에 대한 사용 조건은 별도로 정하지 않는다.

(단위: m)

재료	1등급	2등급	3등급
바탕 재료	0.14	0.50	0.80
재귀반사 재료	0.10	0.13	0.20
복합 기능성 재료	0.20	n.a.	n.a.
디자인 예시			

※ 이미지출처 : DGUV Information 212-016, Warnkleidung (2021)

[그림 III-8] 영국 등급별 디자인 예시

(12) 시행령 (프랑스)

- 제12조: 회사 구내에서 “사람이 충돌하거나 넘어질 가능성이 있는 장애물과 특히 물체가 떨어질 수 있는 위험한 장소”가 있는 직원이 접근할 수 있는 구역은 노란색과 검은색 또는 빨간색과 흰색 줄무늬로 표시해야 한다.
- 제13조: 명확하게 식별된 차선의 표지판을 규정하고 이러한 차선은 지면의 색상을 고려하여 명확하게 보이는 색상, 바람직하게는 흰색 또는 노란색의 연속적인 스트립으로 경계를 이루어야 한다.

(13) 산업용 마킹에 대한 규정 및 색상 (프랑스)

〈표 III-20〉 산업용 마킹에 대한 색상 및 규정

색상	규정
빨강	• 위험 또는 금지 사항 보고
주황	• 화학 물질의 저장
노랑	• 경고 마크 및 위험
녹색	• 정보 및 지시사항의 제공
파랑	• 보호 또는 의무 표시
하양	• 일반 표시: 차선, 보관 장소 등
회색	• 콘크리트의 표시를 지우는 데 사용
검정	• 아스팔트의 기존 선을 지우고 자동문 앞의 노란색 및 검은색 얼룩말 줄무늬를 만드는 데 사용

(14) 색상관련 법률 및 시행령 (일본)

- 유독성 및 유해 물질 관리법(법률 제 303호/25)에서 독성 또는 유해 물질 표시에 관해 ‘유해 물질의 경우 흰색 바탕에 붉은색으로 표시한 ‘유해 물질’이라는 단어를 독성물질 또는 유해 물질의 용기 및 포장에 표시’하게 한다.

- 도로법 집행 명령(쇼와 27년 내각 명령 제 479호) 공사 수행 방법에 대한 기준으로 제13조법 제32조 제2항 제5호에 열거된 사항에 관하여 법 제 33조 제1항에 의하여 내각령이 정하는 기준에서 ‘건설 현장에서 삽 또는 덮개 설치, 야간에 교통 위험을 방지하기 위해 적색 또는 황색과 같은 도로의 필요한 조치를 취하라.’ 되어있다.
- 폭발물 반입에 관한 규정(쇼와 교통성 조례 제 1호) 제 26조 ‘폭발물을 적재한 운송자는 쉽게 볼 수 있는 곳에 적기 또는 기타 표시를 해야 한다.’ 라고 명시되어 있다.
- 건축기준법 시행령 (쇼와 25년 내각 훈령 제 338호) 제 126조의 7항 ‘비상구에 규정된 구조는 6단 출입구 또는 그 부근에 적신호등을 외부에서 쉽게 볼 수 있는 곳에 게시하고, 비상 출입구라는 사실을 적색으로 표시한다.’라고 명시되어 있다.

(15) 건설업노동재해방지협회(JCOSHA)의 건설업노동재해방지규정 (일본)

- 일본의 산업안전보건법 등 국가 법령에서는 고시인성 안전복 착용을 의무화하고 있지 않으나 건설업노동재해방지협회(JCOSHA)의 건설업노동재해방지규정 ALC RM 해설서에서 유도자의 실별 수단으로 반사조끼를 언급하고 있다.
- 차량이 혼재하는 작업하는 등의 장소에서 차량계 건설기계로 작업하는 경우, 규정에 따라 다음 중 어느 하나의 조치를 하여야 한다.
 - ▷ 울타리 또는 로프로 둘러싸고, 운전자 외의 출입금지 표시해야 한다.
 - ▷ 유도자를 지명하여 당해 차량계 건설기계를 유도하도록 하고, 유도자에게 완장을 사용하게 하는 등 관계자를 식별할 수 있도록 하여야 한다.
 - ▷ [완장을 사용하게 하는 등]에는 배치, 헬멧 밴드, 유도봉, 반사조끼의 장착 등이 해당된다.

(16) 일본산업규격의 안전 색상 및 의미 또는 목적 (일본)

- 안전성을 보장하기 위해 규정된 색상은 빨간색, 노란색-빨간색, 노란색, 녹색, 파란색, 붉은 보라색과 대비의 보조색 흰색, 검정색을 더해 8색이다.
- JIS 안전색은 도로의 교통 표지와 공공장소의 안내판 등 다양한 장소에서 사용된다.

〈표 III-21〉 일본산업규격의 안전 색상 및 의미 또는 목적

색상	의미 또는 목적
빨강	• 방호, 금지, 정지, 위험, 긴급
노랑-빨강	• 위험, 항해, 항공 보안 시설
노랑	• 주의
녹색	• 안전상태, 진행, 완료·작동
파랑	• 지시, 유도, 안전상태, 완료·작동
붉은 보라색	• 방사능, 극도의 위험
하양	• 통로, 정돈
검정	• 문자·기호·화살표 등에 사용 • 노랑-빨강·황·백 보조 색

(17) 호주 배달 플랫폼 업체 고시인성 개인보호구 지급 규정 (호주)

- Work Health and Safety Amendment (Food Delivery Riders) Regulation, 2022
- 2022년 7월부터 음식 배달 플랫폼 업체는 음식 배달종사자에게 고시인성 개인보호구를 지급해야 하는 규정이 발효된다.
- 고시인성 개인보호구란 다음의 호주/뉴질랜드 국가표준에 적합한 재귀 반사형(retro reflective) 의복, 음식 및 음료 운반용 가방 또는 용기를 의미한다.

- 호주/뉴질랜드 국가표준(AS/NZS 4602.1)
- 사용 시간대(주간, 야간, 주야간)에 따라 D, N, D/N 등급으로 분류
- 주간용 D등급 제품은 형광 소재가 사용되며, 야간용 N등급 제품은 재귀 반사(역반사) 소재(패턴)가 사용되어야 함



[그림 III-9] 고시인성 개인보호구 사례

(18) 프랑스 도로교통법 (프랑스)

- R317-84-IV: 일반 시리즈에 등록된 소형차의 번호판은 반사 번호판과 관련된 1963년 11월 6일 법령의 조항을 준수해야 합니다. 그러나 백플레이트의 모양과 치수는 오토바이용 유형 또는 자동차용 유형 중 하나일 수 있습니다. 전면 플레이트는 선택 사항이어야 하며 자동차용 유형이어야 합니다. 그들의 색상은 위에서 언급한 1984년 11월 5일 법령의 부속서 I (I-A)에 정의된 것과 일치해야 합니다 : 뒷면은 주황색 배경에, 앞면은 흰색 배경에 검은색 문자
- R13-20-III: 모든 사이클, 오토바이 또는 경량 모터 사륜 자전거의 페달에는 개폐식 페달이 있는 이륜 오토바이의 경우를 제외하고 주황색 반사경이 있어야 합니다.

- R313-19-I: 길이가 6미터를 초과하는 자동차, 트레일러, 이륜 또는 삼륜 오토바이, 세발자전거 또는 사륜 자전거에는 적어도 하나 또는 두 개의 주황색 비삼각형 측면 반사경이 장착되어 있어야 한다.
- 제 196조 제 1항: 모든 사이클은 밤낮으로 후방에서 볼 수 있는 하나 이상의 빨간색 반사 장치, 측면에서 볼 수 있는 반사 장치, 전면에서 볼 수 있는 흰색 반사 장치를 장착해야 한다.

(19) ISO 3864-1 준수

- ISO 3864-1 표준을 준수하는 것은 전 세계 모든 언어를 사용하는 작업자가 간판 사용을 이해할 수 있다는 것을 의미하므로 중요하다.
- ISO 3864-1, 안전 색상 및 안전표지: 안전표지 및 안전 표시의 디자인 원칙은 공공장소와 작업장 모두에서 안전 식별 디자인에 대한 모범사례를 제공하는 데 도움이 된다.
- ISO 3864-1 표준은 사고 예방 및 비상 대응을 포함한 대부분의 안전 표지판에 적용된다.
- 이 표준은 추가 텍스트, 둘 이상의 잠재적 위험에 대한 여러 이미지, 규정 준수 표지판 및 라벨의 안전 보기 거리와 함께 기호를 표시하는 방법을 설명한다.
- 이러한 표지판 디자인에 대한 통일된 코드를 갖는 것은 반응 시간을 줄이고 표지판에 대한 이해를 높이는 데 도움이 된다.
- 이는 작업장에서 잠재적으로 위험한 상황과 비상 상황에 대응하는 데 특히 중요하다.



ISO compliant signage with multiple symbols

[그림 III-10] 기호가 있는 ISO 규정을 준수하는 간판

(20) ISO 3864-2는 ISO 3864-1을 보완

- ISO 3864-2는 ISO 3864-1에서 설정한 모범사례 외에도 제품 안전 라벨의 특정 디자인에 중점을 둔다.
- ISO 3864-2 안전 색상 및 안전 표시: 제품 안전 라벨의 디자인 원칙의 목적은 작업장에서 발견할 수 있는 산업 장비를 포함하여 모든 제조 제품의 안전 라벨에 대한 지침을 제공하는 것이다. 여기에는 제품 안전 라벨 레이아웃, 위험 심각도 패널(안전 헤더)에 대한 정보, 라벨 교체와 같은 항목이 포함된다.
- ISO 3864-2 표준은 경고 위험 패널에 사용하기 위한 표시 및 라벨에 사용할 수 있는 안전 색상 중 하나로 주황색을 추가한다.
- ISO 3864-2는 적절한 위험 패널을 선택해야 할 필요성을 설명한다.
 - 위험: 피하지 않으면 부상이나 사망의 위험이 높은 위험
 - 경고: 피하지 않으면 부상 또는 사망 위험이 중간 정도인 위험











- 주의: 피하지 않으면 경미하거나 중간 정도의 부상을 입을 위험이 낮은 위험
- 제품 안전 라벨의 내구성 및 교체와 관련하여 ISO 3864-2에서는 안전한 가시거리에서 안전 메시지를 더 이상 읽을 수 없으면 라벨을 교체할 것을 권장한다.



Use the orange “Warning” panel with symbol and supplemental text.

[그림 III-11] 기호 및 텍스트가 있는 주황색 경고 패널















(21) 미국 CFR(Code of Federal Regulations, 연방규정집)

구분	색상 기준	예시	
		단일 패널	3단 패널
위험	글자 : 흰색 배경 : 빨간색		
경고	글자 : 검은색 배경 : 주황색		
주의	글자 : 검은색 배경 : 노란색		
알림	글자 : 흰색(이탈릭체) 배경 : 파란색		
안전 지시	글자 : 흰색 배경 : 녹색		

[그림 III-12] 연방 규정 코드

(22) 호주 AS(Australian standards)

- 물리적 위험 및 사고 예방과 관련된 특정 장비의 식별 등을 위한 표시 색상, 안전표지의 설계 및 사용 등을 제시한다.

구분	기호	범례 색상	배경 색상	예시
법적 금지		검은색	흰색	
법적 필수		흰색	흰색	
법적 제한		검은색	흰색	
위험 요인 경고		검은색	노란색	
위험 요인 위험		검은색	흰색	
비상 정보		흰색	파란색	
소방		흰색	빨간색	

[그림 III-13] 호주 규정 코드

1.3) 색상에 따른 국내·외 비교

○ 빨간색

- 국내와 국외 모두 빨간색을 금지, 경고, 위험을 나타내는 의미가 있으며, 소화설비를 나타내는 의미가 있기도 하다.
- 국내에서는 긴급정지 버튼으로도 사용된다.

○ 주황색

- 교통에서 정지신호, 양보 표지판 등에 사용된다.
- 주황색은 위험, 경고표지로 사용되며, 구명장비에도 쓰인다.
- 프랑스에서는 화학물질 저장 구역을 나타내기도 한다.

○ 노란색

- 노란색은 대부분의 국가에서 주의를 요하는 표지로 사용된다.
- 국내에서는 감전 주의를 경고하기도 하며, 미국에서는 충돌, 낙하, 미끄러짐 등의 위험을 경고한다.

○ 녹색

- 국내에서는 비상구와 대피소, 안전한 장소를 안내하는 표지로 사용되며 영국, 프랑스, 일본도 마찬가지로 안전과 관련한 정보를 나타내는 데 사용된다.
- 캐나다에서는 살충제 경고를 나타내기도 한다.

○ 파란색

- 한국과 미국, 영국, 프랑스, 일본 등 많은 국가에서 보호장비 착용 등을 지시하는 경고 표지에 사용된다.
- 캐나다는 부식성 및 유해 액체와 고체를 경고하는 데 파란색 사용한다.

○ 보라색

- 대부분 국가에서 방사능 관련 물질·구역·위험 경고로 사용한다.

〈표 III-22〉 색상에 따른 국가별 비교표

	구분	관련규제 및 법령	대상	시인성 관련 세부내용		
국내	산업안전보건법	제 37조, 시행규칙 제 38조	안전보건표지	빨강	<ul style="list-style-type: none"> 금지 / 정지신호, 소화설비 및 그 장소, 유해행위의 금지 	
				노랑	<ul style="list-style-type: none"> 경고 / 화학물질 취급장소에서의 유해·위험 경고 	
				파랑	<ul style="list-style-type: none"> 경고 화학물질 취급장소에서의 유해·위험경고 이외의 위험경고, 주의표지 또는 기계방호물 	
				녹색	<ul style="list-style-type: none"> 지시 / 특정 행위의 지시 및 사실의 고지 	
				하양	<ul style="list-style-type: none"> 안내 / 비상구 및 피난소, 사람 또는 차량의 통행표지 	
				검정	<ul style="list-style-type: none"> 파랑 또는 녹색에 대한 보조색 	
	한국산업규격(KS)			안전 색상	빨강	<ul style="list-style-type: none"> 문자 및 빨간색 또는 노란색에 대한 보조색 방화표시, 배관계 식별 소화 표시 금지표시 긴급정지 버튼, 정지 신호기 화약 경고표, 발파 경고표, 화약류의 표시
					주황	<ul style="list-style-type: none"> 위험표지, 배관계 식별 위험, 스위치 박스 뚜껑 안쪽면, 기계의 안전 커버 안쪽면, 노출 기어의 옆면, 눈금판의 위험 범위
						<ul style="list-style-type: none"> 구멍보트, 구멍구, 구멍대, 수로 표지, 선박계류 부표, 비행장용

				구급차, 비행장용 연료차
			노랑	<ul style="list-style-type: none"> 주의 표지, 감전 주의 표지, 크레인, 구내 기관차의 범퍼, 낮은 대들보(양), 충돌할 우려가 있는 기둥, 바닥의 돌출물, 피트 가장자리, 바닥면의 끝, 호퍼 주위 및 계단의 발 디디는 곳 가장자리, 걸쳐 놓은 다리, 전선 방호구, 도로상의 바리 게이트, 해로운 물질을 잘게 부수는 용기 또는 사용 장소, 가전제품의 경고 표시
			녹색	<ul style="list-style-type: none"> 안전지도 표지 및 안전기 유도표지, 비상구 방향을 나타내는 표지, 대피소 위치를 나타내는 경표 및 대피소, 갱구, 특정 구역의 방향을 나타내는 표지 위생 지도 표지, 노동 위생기, 구호 표지, 보호구 상자, 들 것, 구급상자, 구호소의 위치 및 방향을 나타내는 표지 통행 신호기
			파랑	<ul style="list-style-type: none"> 지시 표지 보호안경의 착용, 가스 측정 등을 지시하는 표지, 수리중 또는 운전 휴게 장소를 나타내는 표지, 스위치 박스의 바깥 면

소방청			갈색	<ul style="list-style-type: none"> • 관광 대상이나 관광 이용 시설을 나타내는 표지 	
			회색	<ul style="list-style-type: none"> • 문자, 파란색이나 초록의 보조색 	
			검정	<ul style="list-style-type: none"> • 문자, 빨간색이나 노란색에 대한 보조색 	
			자주	<ul style="list-style-type: none"> • 방사능표지, 방사능 경표, 방사성 동위원소 및 여기에 관한 폐지 작업실, 저장시설, 관리구역 등에 설치하는 울타리 등 	
	소방헬멧			빨강	<ul style="list-style-type: none"> • 구조대원 - 화재 재난, 재해 및 테러 그 밖의 위급 상황 구조 업무 수행 대원 • 화재현장에서 첨단장비로 불길을 뚫고 인명구조
				주황	<ul style="list-style-type: none"> • 구조대원 - 화재 재난, 재해 및 테러 그 밖의 위급 상황 구조 업무 수행 대원 • 각종 재난·재해 현장에서 현장 안전 및 인명구조 임무 수행
				파랑	<ul style="list-style-type: none"> • 현장지휘관 - 화재, 구조, 재난 등 각 상황에 맞춰 팀원 임무를 계획, 상황별 임무 지시
				하양	<ul style="list-style-type: none"> • 구급대원- 화재, 재난 현장 등 위급 상황에서 발생한 응급 환자 응급처치 후, 의료기관 이송임무
				검정	<ul style="list-style-type: none"> • 화재진압대원 - 화재진압, 특정 소방대상물 및 소방용수

				형광연두	<ul style="list-style-type: none"> 시설 관리, 예방순찰, 화재 예방 임무 수행 현장안전 점검관 - 소방활동 구역 내 제반상황, 안전 위험 요인 파악, 극복 계획 등 현장소방 활동 대원의 안전사고 방지 임무
				국가위험물 통합정보	화학물질
	KOSHA GUIDE	E-29-2021	전선의 종류 식별	빨강	• 교류 제어 회로
				주황	• 외부 전원에서 공급되는 연동 제어 회로
		파랑	• 직류 제어 회로		
		검정	• 교류 및 직류 전원회로		
		KS S ISO3864-1	안전색	빨강	• 방화, 금지, 정지, 고도의 위험 표시
				주황	• 위험, 항해/항공 보안 시설
				노랑	• 주의
				녹색	• 안전, 피난, 위생, 구호
파랑	• 진행, 지시				
회색 또는 검정	• 보조색				
국외	미국	OSHA	물리적 위험을 표시	빨강	• 해당 지역에 화재 관련 위험이 있을 때
				노랑	• 많은 제조 또는 창고시설에서 흔히 발생하는 충격, 낙하,

					미끄러짐, 넘어짐, 끼임 지점 및 기타 유사한 위험과 관련된 위험
NFPA (National Fire Protection Association)	NFPA 704	화학 물질의 위험성	빨강	• 화재위험성	
			노랑	• (화학적) 반응위험성	
			파랑	• 건강위험성	
			하양	• 특수위험성	
미국국립표 준협회	ANSI Z535	안전 표지판 표준	빨강	• "위험" 표지판 • 가장 심각한 위험, 화재 위험 및 소방 장비 식별	
			주황	• "경고" 표지판 • 작업자를 압착, 절단, 충격 또는 다른 방식으로 부상시킬 수 있는 위험한 기계 또는 장비	
			노랑	• "주의" • 노란색을 피하지 않으면 근로자 부상으로 이어질 수 있는 위험을 전달	
			녹색	• 일반적인 "안전" 표지판 • 구체적인 직장 위험 요소를 다루지 않는 안전 관련 메시지 제공	

	ANSI/ASME A13.1	파이프라인 색상규정	파랑	<ul style="list-style-type: none"> • "알림" 표지판 • 개인 부상 및 기타 위험과 관련 없는 정보 전달
			보라	<ul style="list-style-type: none"> • 방사선 위험
			빨강	<ul style="list-style-type: none"> • 소화용 액체
			주황	<ul style="list-style-type: none"> • 독성, 유독·부식성 액체
			노랑	<ul style="list-style-type: none"> • 가연·산화성 액체와 가스
			녹색	<ul style="list-style-type: none"> • 식수 • 냉각, 보일러 급수 등 식수가 아닐 수 있음
			파랑	<ul style="list-style-type: none"> • 압축 공기
			보라	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자 정의
			갈색	<ul style="list-style-type: none"> • 가연성 유체
			회색	<ul style="list-style-type: none"> • 사용자 정의
	MUTCD	교통	빨강	<ul style="list-style-type: none"> • 정지 및 양보 표지판, 다중 도로 보충 표지판, 진입 금지 및 잘못된 길 표지판, 일부 규제 표지판의 설명 또는 기호, 주간 고속도로 및 일부 주 도로마커의 일부로 사용
			주황	<ul style="list-style-type: none"> • 임시 교통 통제 표지판의 배경색으로 사용됨
			노랑	<ul style="list-style-type: none"> • 경고 표지판의 배경색
			녹색	<ul style="list-style-type: none"> • 가이드 및 정보 표지판의 배경색으로 사용되며 허용 규제 및 주차 표지판의 설명에도 사용

				파랑	<ul style="list-style-type: none"> 여행자 서비스 정보 표지판, 비상 대피 경로 표지판 및 주간 고속도로와 일부 주 도로표지판의 배경색으로 사용
				보라	<ul style="list-style-type: none"> 전자 통행료 징수 표지판의 배경색으로 사용됨
				갈색	<ul style="list-style-type: none"> 레크레이션 또는 문화적 관심 지점과 관련된 안내 및 정보 표지판의 배경색으로 사용됨
				하양	<ul style="list-style-type: none"> 대부분의 규제 표지판 및 일부 경로 표시기의 배경색으로 사용되며 빨간색, 녹색, 파란색, 갈색 및 검정색 배경이 있는 표지판의 범례 색상으로 사용
캐나다	캐나다 직업 건강 및 안전 규정 (COHSR)		특정 위험 액체	빨강	<ul style="list-style-type: none"> 페인트, 잉크 및 기타 가연성 액체
				노랑	<ul style="list-style-type: none"> 가연성 화학물질 및 액체
				녹색	<ul style="list-style-type: none"> 살충제
				파랑	<ul style="list-style-type: none"> 부식성 및 유해 액체 및 고체
				하양, 베이지, 회색	<ul style="list-style-type: none"> 폐기물 또는 야외 사물함
				은색 또는 Neutral	<ul style="list-style-type: none"> 실험실 캐비닛
호주	호주 AS		특정 장비 식별식별 등을	법적 금지	<ul style="list-style-type: none"> 범례 색상: 검정 배경 색상: 하양
				법적 필수	<ul style="list-style-type: none"> 범례 색상: 하양

영국			위한 표시 색상	법적 제한	<ul style="list-style-type: none"> • 배경 색상: 하양 • 범례 색상: 검정 	
				위험 요인 경고	<ul style="list-style-type: none"> • 배경 색상: 하양 • 범례 색상: 검정 • 배경 색상: 노랑 	
				위험 요인 위험	<ul style="list-style-type: none"> • 범례 색상: 검정 • 배경 색상: 하양 	
				비상 정보	<ul style="list-style-type: none"> • 범례 색상: 하양 • 배경 색상: 녹색 	
				소방	<ul style="list-style-type: none"> • 범례 색상: 하양 • 배경 색상: 빨강 	
				화재	<ul style="list-style-type: none"> • 화재 	
	영국색채협 회 (BCC)			안전 색	주황	<ul style="list-style-type: none"> • 주목과 위험
					노랑	<ul style="list-style-type: none"> • 주의
					녹색	<ul style="list-style-type: none"> • 안전
					파랑	<ul style="list-style-type: none"> • 경고
					보라	<ul style="list-style-type: none"> • 방사능
					하양	<ul style="list-style-type: none"> • 청결과 가정
영국표준협		파이프라인	빨강	<ul style="list-style-type: none"> • 화재시설 		

	회 (BSI)	식별	주황	• 전기
			노랑	• 가스
			녹색	• 물
			알루미늄 색	• 증기
			하양	• 공기
			밝은 회색	• 화학원료
			검정	• 배수(오염수)
	영국안전보 건청 (HSE)	서비스에 사용되는 기본 색상	HSE red	• Header에만 사용
			HSE blue	• 링크 텍스트, 버튼에 사용해야 함 • 작업이나 링크를 나타내야 함
			Black	• 제목과 본문
			HSE purple	• 경고/오류 메시지
			HSE grey	• 페이지에 새로운 내용이 표시됨을 나타내는 데 사용 • 필요한 경우 추가 요소에 회색 사용 가능
	프랑스	산업용 마킹	빨강	• 위험 또는 금지 사항 보고
			주황	• 화학 물질의 저장
노랑			• 경고 마크 및 위험	
녹색			• 정보 및 지시사항의 제공	
파랑			• 보호 또는 의무 표시	
하양			• 일반 표시: 차선, 보관 장소 등	
회색	• 콘크리트의 표시를 지우는 데 사용			

일본	일본산업규격 (JIS)	도로의 교통 표지 공공장소의 안내판 등	검정	<ul style="list-style-type: none"> 아스팔트의 기존 선을 지우고 자동문 앞의 노란색 및 검은색 얼룩말 줄무늬를 만드는 데 사용
			빨강	<ul style="list-style-type: none"> 방호, 금지, 정지, 위험, 긴급
			노랑-빨강	<ul style="list-style-type: none"> 위험, 항해, 항공 보안 시설
			노랑	<ul style="list-style-type: none"> 주의
			녹색	<ul style="list-style-type: none"> 안전상태, 진행, 완료·작동
			파랑	<ul style="list-style-type: none"> 지시, 유도, 안전상태, 완료·작동
			붉은 보라색	<ul style="list-style-type: none"> 방사능, 극도의 위험
			하양	<ul style="list-style-type: none"> 통로, 정돈
			검정	<ul style="list-style-type: none"> 문자·기호·화살표 등에 사용 노랑-빨강·황·백 보조 색

2) 시인성을 활용한 국내·외 사례 조사

2.1) 이륜차 사례: 국내

(1) 우아한청년들-라이더 안전을 위한 민트색 도전(안전보건세미나 발표자료, 2024)

- 시인성 향상을 위해 라이더웨어(배민헬멧, 배민조끼)를 보급하였다.
- 배민헬멧은 시장 조사를 거쳐 라이더 선호도, 사용 빈도가 가장 높은 유명 오토바이 헬멧 기업 '홍진'과 협업을 진행하여 안전 요건과 KC인증 완비된 기존 제품에 민트 디자인 결합하였다.
- 배민조끼는 넉넉한 수납공간과 휴대폰 부착 자석으로 라이더 편의성 반영 되어있다.
- 시인성 높은 디자인 채택하고 야간 안전을 위해 어깨 견장부와 후면에 반사재질 디테일 사용하였다.

(2) 보령시 이륜차 스티커

- 보령시의 배달업체 5곳의 이륜차에 대해 업체별로 고유 색상과 번호가 새겨진 스티커 부착하여 지도 및 단속 예정이다.



[그림 III-14] 고유 색상, 번호가 새겨진 스티커 디자인

(3) 인천 부평 이륜차를 위한 특수 스프레이

- 인천 부평경찰서에서 심야시간대에 특수 스프레이를 이륜차 운전자들에게 배부 및 도포하였다.
- 해당 특수 스프레이는 무독성 제품으로 평상시는 보이지 않지만, 차량 헤드라이트 빛에 비치면 반사되어 야간에도 눈에 잘 띄도록 하며 뿌린 경우 가시거리가 150m에 달한다.

(4) 이륜차 교통사고다발지점 점검

- 도로교통공단에서는 배달 문화 확산 등으로 이륜차 통행이 많아짐에 따라 관련 교통사고를 예방하고자 3년간 (2020~2022년) 이륜차 교통사고다발 지점 상위 10개소(서울 관악·종로·동작, 부산 부산진(3), 경기 부천·성남(2)·인천)에 대하여 합동점검 실시했다.
- 교통사고 위험 요인별 교통안전시설 및 도로 기하구조 점검 결과, 이륜차 법규 위반 방지를 위한 후면 단속 장비 도입과 안전시설 시인성 부족에 따른 횡단보도 바닥 신호등 설치 등 62건의 개선 대책을 수립하였다.

(5) 이륜차 차제의 시인성 향상을 위한 스티커 제작 및 부착(창녕)



[그림 III-15] 야광 반사 스티커 부착 관련 기사

(6) 배달 관련 라이더 용품 - 배달박스(탑박스)

〈표 III-23〉 배달박스(탑박스) 색상 및 적용예시

색상	예시 배달박스	적용예시
빨강		
노랑		
파랑		
하양		
검정		
그 외 및 혼합		

(7) 배달 관련 라이더 용품 - 조끼

〈표 III-24〉 배달조끼 예시



2.2) 이륜차 사례: 국외

(1) 이륜차 운전자를 위한 도로 표시(룩셈부르크)

- 도로중앙선에서 바깥쪽으로 뺀 흰색 바탕의 가로 줄무늬 라인 제공한다.
- 흰색 바탕의 가로 줄무늬로 인해 이륜차 운전자들이 자연스럽게 도로 바깥쪽으로 운행하도록 유도하기 위하여 표시한다.
- 도로관리국은 해당 구역에 적용한 흰색 바탕의 가로 줄무늬 정보로 인하여 이륜차 사고를 줄일 수 있었다고 보고하였다.



[그림 III-16] 룩셈부르크의 이륜차 운전자를 위한 도로 표시

<https://www.advrider.com/road-markings-improve-motorcyclist-safety/>

(2) 이륜차 운전자를 위한 도로 표시(오스트리아)

- 이륜차 운전자에게 올바른 코너링 라인을 제공하기 위한 표식 제공한다.
- 교통안전위원회(KFV)는 위험한 곡선도로에서 이륜차 운전자들을 위한 혁신적인 도로 표시의 효과를 조사하였다.
- 그 결과, 도로에 그려진 흰색 타원형 표식이 이륜차 운전자들이 곡선을 더 안전하게 통과하도록 유도했으며, 오토바이 사고 발생률이 80% 감소한 것으로 입증하였다.



[그림 III-17] 오스트리아의 이륜차 운전자를 위한 도로 표시

<https://www.femamotorcycling.eu/road-marking-for-motorcyclists/>

(3) 이륜차 운전자를 위한 표시판 제공(스코틀랜드)

- 낙석지역에서도 이륜차 운전자들을 위한 경고 사인을 다음과 같이 제시할 수 있다.
- 이외에도 도로 바닥에 돌이나 기타 장애물이 빈번히 발생하는 지역의 경우, 바닥에 특정한 표지나 색상 구역을 설치하여 운전자들에게 위험

구역임을 알릴 수 있다.

- 예를 들어, 노란색이나 빨간색으로 표시된 구역은 낙석 가능성이 높은 지역임을 나타내어 운전자들이 속도를 줄이고 주의할 수 있도록 유도할 수 있다.
- 이러한 시각적 경고는 특히 시야 확보가 어려운 곡선도로나 야간주행 시에 효과적이다.



[그림 III-18] 스코틀랜드의 이륜차 운전자를 위한 표시판

(4) 이륜차 운전자를 위한 도로 표시 및 표지판 제공(스코틀랜드)

- 스코틀랜드 서부지역에서 시범 도입된 새로운 도로 표시는 오토바이 운전자들이 좌회전 커브를 돌 때 운전 습관을 개선하는 데 성공적인 결과를 보였다.
- 표시는 "전문성과 즐거움을 극대화하기 위한 인지적 라이더 정보 (PRIMEs)"라고 불리며, 운전자들이 커브에 접근할 때 더 나은 결정을 내릴 수 있도록 돕기 위해 설계된다.

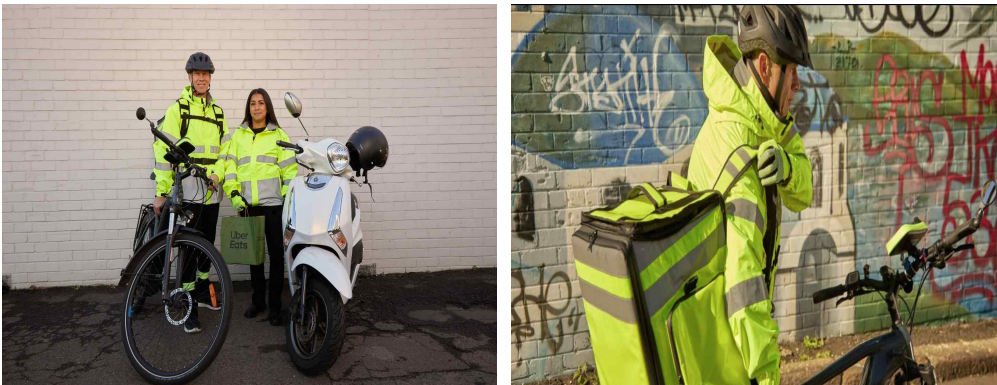
- PRIMES는 인간 요인과 응용심리학의 최신 학문적 이론, 즉 '넛지심리학'에 기반을 두고 있으며, 혁신적인 “게이트웨이” 도로 표식과 관련 정보 표지판으로 구성되어 있음. 이 표시는 오토바이 운전자들이 커브에 접근할 때 운전 방식을 조정하도록 '프라이밍' 해주는 도구로 활용된다.
- 스코틀랜드 서부 750 평방 마일에 걸쳐 22개의 시범 구역이 설치되었다.
- 이 연구는 3년에 걸쳐 진행되었으며, 현재까지 전 세계에서 가장 심층적으로 오토바이 운전자의 행동을 조사한 것으로 평가받고 있다.
- PRIME 도로 표시를 이용한 32,000대 이상의 오토바이를 촬영한 영상을 수동으로 분석한 결과, 명확한 변화가 나타났다.
- PRIME 도로 표시가 설치된 후, 다음과 같은 개선 사항이 관찰되었다.
 - 속도 감소가 눈에 띄게 이루어졌다.
 - 제동 행동이 현저히 향상되었다.



[그림 III-19] 스코틀랜드의 이륜차 운전자를 위한 도로 표시 및 표시판

(5) 이륜차 운전자를 위한 고시인성 개인 보호장비(호주)

- 2023년 7월 Uber Eats는 배달원과 긴밀히 협력하여 설계된 새로운 고시인성 개인보호장비(PPE) 제품군을 출시하기 위해 1,700만 호주 달러를 투자한다고 발표하였다.
- 이 안전장비는 호주와 뉴질랜드 전역에서 자전거, 스쿠터, 오토바이를 사용하는 신규 및 기존 배달원에게 무료로 제공한다.
- 온라인 음식 배달 산업의 안전기준을 높이는 것을 목표로 한다.
- 또한, 이 안전장비는 호주와 뉴질랜드의 안전기준을 충족하는지 확인하기 위해 세계적인 테스트, 검사 및 인증 회사인 SGS Australia에서 테스트를 수행한다.
- 이번 투자를 통해 호주와 뉴질랜드에서 150,000명 이상의 신규 및 기존 이륜 배달원이 무료 PPE를 제공 받을 것으로 예상된다.
- 이 세트에는 고품질 고시인성 안전조끼, 레인재킷, 배달가방, 키트(조명, 반사판, 전화홀더)가 포함된다.



[그림 III-20] 호주의 이륜차 운전자를 위한 고시인성 개인 보호장비

- Uber Eats는 배달원이 이동 중일 때 앱 내 메시지를 비활성화하는 'Don't Type and Ride'와 이동 중 알림을 일시 중지하는 'Hold Notifications'를 포함한 다양한 안전기능을 도입하였다.

(6) 이륜차 운전자를 위한 교차로 도로표시(미국-3M)

- 고가시성 교차로는 도시지역에서 운전자, 보행자, 자전거 이용자, 스쿠터 및 모페드와 같은 새로운 교통수단을 사용하는 사람들 간의 주의산만과 잠재적 충돌 위험을 줄이는 중요한 요소이다.
- 연방도로청(FHWA)에 따르면, 교차로와 그 인근지역에서 발생하는 사고가 전체 사망 및 부상 사고의 50% 이상을 차지한다고 보고하였다.
- 이는 교차로가 도로 안전의 취약 지점임을 보여주는 중요한 통계로, 복잡한 교차로에서의 충돌 위험성이 높다는 것을 의미한다.



[그림 III-21] 미국의 이륜차 운전자를 위한 교차로 도로 표시

(7) 이륜차 차체의 시인성 향상을 위한 노력(미국)

- 야간 및 주간을 이륜차 차체의 시인성을 향상시키기 위한 반사 스티커 활용한다.
- 야간 번호판 인식률을 높이기 위한 고시인성 번호판 설치한다.



그림 III-22. 미국의 이륜차 차체의 시인성 향상을 위한 노력

(8) KimpexNews의 오토바이 안전: 눈에 띄는 6가지 방법(캐나다)

가) 밝은 색상 착용

- 오토바이: 노란, 녹색, 주황색, 흰색을 가시성 측면에서 선택한다.
- 헬멧: 밝은색이나 눈에 잘 띄는 그래픽 있는 헬멧 착용한다.
- 장비: 특수 오토바이 장비는 밤에 눈에 잘 띄게 한다, 반사 스트립 등, 색깔 있는 재킷을 입으면 낮에 더 눈에 띄게 된다.



[그림 III-23] 캐나다의 이륜차 고시인성 헬멧 및 장비

나) 가시성을 높이는 액세서리 추가

- 일부 유럽 국가에서는 반사 테이프 사용이 의무이다.
- 오토바이나 장비에 자체 접착 반사 테이프 설치한다.
- 개인 소지품 휴대해야 할 시 특수 오토바이 백팩을 사용하면 눈에 잘 띈다.
- 다른 도로 운전자가 잘 감지하도록 오토바이에 보조 조명 설치한다.(오토바이를 더 커 보이게 하려면 백미러 근처와 포크 하단에 조명 장착)



[그림 III-24] 캐나다의 이륜차 라이더를 위한 고시인성 보조 장비

2.3) 제조업, 건설업 등 기타 산업 사례: 국내

(1) 한국도로공사 - 도로 노면색깔유도선(안전보건세미나 발표자료, 2024)

- 갈림길(분홍색/녹색), 요금소(청색/주황색), 졸음쉼터(연한 녹색)에 색상을 적용한 노면색깔유도선 설치 및 법제화하고 고속도로 설치 효과 분석 결과 사고 감소 효과를 입증하였다.



[그림 III-25] 노면색깔유도선 적용 사례

(2) 한국쓰리엠 - 색으로 보는 안전 프로그램 옐로카펫(안전보건세미나 발표자료, 2024)

- 색 대비를 활용해 시인성을 극대화한 옐로카펫 설치를 통해 교통사고 예방에 긍정적 영향이 있음을 검증하였다.



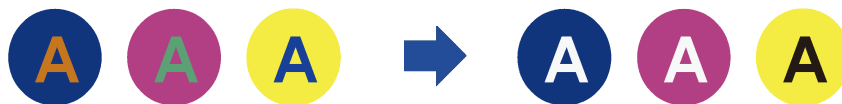
[그림 III-26] 산업안전보건법 안전·보건표지의 색채, 색도기준 및 용도

- ‘옐로카펫’이 횡단보도 대기공간의 시인성 향상에 미치는 영향에 관한 연구 결과 전체 설치 주간에 40% 이상 시인성 향상하고 차량 주행속도 12% 이상 감소한다는 것을 보였다.



[그림 III-27] 옐로카펫 횡단보도

- (3) 한국컬러유니버설디자인협회 - 안전한 작업환경을 위한 색채디자인과 색채 환경개선(안전보건세미나 발표자료, 2024)
- 안전한 작업환경을 위해 외국인 노동자, 고령 근로자, 색약자를 위한 컬러 유니버설디자인(CUD) 적용 필요
 - 가) 문자는 배경과 구분이 잘되는 무채색 사용



[그림 III-28] 배경과 구분이 잘되는 문자

나) 구별이 어려운 배색도 구별이 용이하도록 명도 또는 채도 차이가 많이 나게 배색



[그림 III-29] 명도 또는 채도차이가 큰 배색

다) 특정구역에 빗금을 표기하여 시인성을 높임



[그림 III-30] 빗금을 표기한 구역

라) 강조색과 배경색의 대비를 통해 중요한 안전시설을 강조














[그림 III-31] 강조색과 배경색이 대비가 된 안전시설

(4) 서울시 표준안전디자인 개발

- 서울시는 22년 산업현장 내 안전을 위해 ‘산업재해 예방을 위한 서울 표준형 안전디자인’(이하 안전디자인)을 개발했다.
- 안전디자인에는 산업현장 내 모든 근로자가 안전과 직결되는 정보를 직관적으로 인지하는 색·픽토그램 등이 담겼다.
- 안전디자인은 크게 ▷ 색각이상자도 구별이 가능한 ‘안전색’ ▷ 산업현장 환경을 고려한 ‘안전 픽토그램’ ▷ 안전표지 적용지침 ▷ 현장 작업자 안전을 위한 비상시 대처방안으로 나뉘어졌다.

금지	경고	지시	안내
<p>위험인지 사실물</p>  <p>위험물 저장소 위험수용물 저장·인양처리</p> <p>배진판 작업수용물 저장·인양처리</p>	<p>주의필요 사실물</p>  <p>안전벨트 인양판</p> <p>작업장 출입구 인양판</p>	<p>지시 관련 사실물</p>  <p>안전모 보관함 안전모착용을 위한 시설</p>	<p>안내표지</p>  <p>비상대피로 비상대피로 비상대피로 비상대피로</p> <p>비상대피로 비상대피로 비상대피로 비상대피로</p> <p>비상구 비상구</p>
<p>금지 및 소화표지</p>  <p>소화기 소화기</p> <p>명암형 명암형</p> <p>현수막 현수막</p>	<p>경고 및 주의표지</p>  <p>불규칙 노면주의 계단주의 조각돌대 작업 중 주의 미끄러움 문 여닫을 주의 고압가스 위험 고압가스 위험</p>	<p>지시표지</p>  <p>안전모 착용 안전모 착용</p> <p>헬멧 안경 안전화</p> <p>명암형 명암형</p>	

안전색	안전 픽토그램 (그림문자)
 <p>노랑(경고)</p>  <p>빨강(금지)</p>  <p>하양</p>	 <p>작동시키지 마시오</p>  <p>고압가스 실명</p>  <p>계단주의 오름</p>
 <p>파랑(지시)</p>  <p>초록(안내)</p>  <p>검정</p>	 <p>휴대전화 사용금지</p>  <p>고압가스 공명</p>  <p>계단주의 내림</p>
	 <p>불규칙 노면주의</p>  <p>작업중 주의</p>  <p>문 여닫을 주의</p>

[그림 III-32] 서울시 표준안전디자인의 안전색과 안전 픽토그램



▲ 사고가 빈번한 출입구 및 수직통신의 주의를 강조하는 작업장 출입구 및 계단(좌:개선 전/ 우:개선 후)
 ▲ 사고가 빈번한 출입구 및 수직통신의 주의를 강조하는 작업장 출입구 및 계단(좌:개선 전/ 우:개선 후) (자료제공=서울시)

[그림 III-33] 서울시 표준안전디자인을 적용한 사례

(5) 건설 작업자의 공정별 안전조끼 프로토타입 제안

- 건설 작업환경을 분석하고, 색의 대비를 사용해서 주요 공정별 안전조끼의 색상 값(색상, 명도, 채도)을 제시한다.
- 주요 공정은 철근배근 작업, 유로폼 거푸집 작업, 갯폼 거푸집 작업, 철골 세우기 작업이며, 재귀반사 소재를 옆구리와 가슴 부위에 부착하여 가시성을 높인 안전조끼도 제안한다.

작업 공정	H	V	C	사용 예시
철근배근 작업	10GY	8	8	
유로폼 거푸집 작업	8.75B	7	8	
갯폼 거푸집 작업	3.75B	2	4	
철골 세우기 작업	6.25BG	5	10	



[그림 III-34] 공정별 안전조끼 프로토타입

2.4) 제조업, 건설업 등 기타 산업 사례: 국외

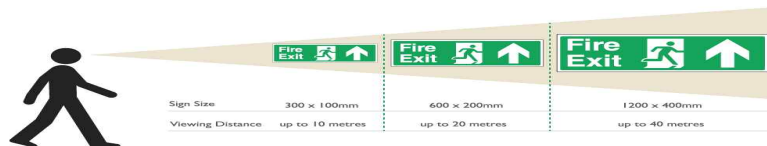
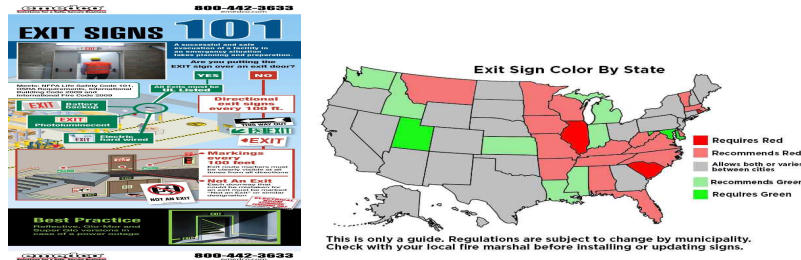
(1) 고시인성을 고려한 비상구 사인 (미국)

- 비상구 사인은 100 feet (30m) 떨어진 곳에서부터 볼 수 있도록 설계하도록 제시하고 있다.



[그림 III-35] 미국의 비상구 사인

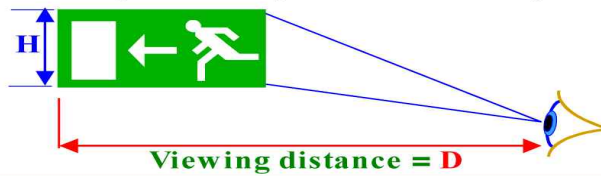
(2) 기타 비상구 사인의 시인성을 고려한 설계



ICEL-Training

Exit sign viewing distances

Viewing distances specified in BS 5266 part 7



Maximum viewing distance, D :-
for **INTERNALLY** illuminated signs $200 \times H$
for **EXTERNALLY** illuminated signs $100 \times H$

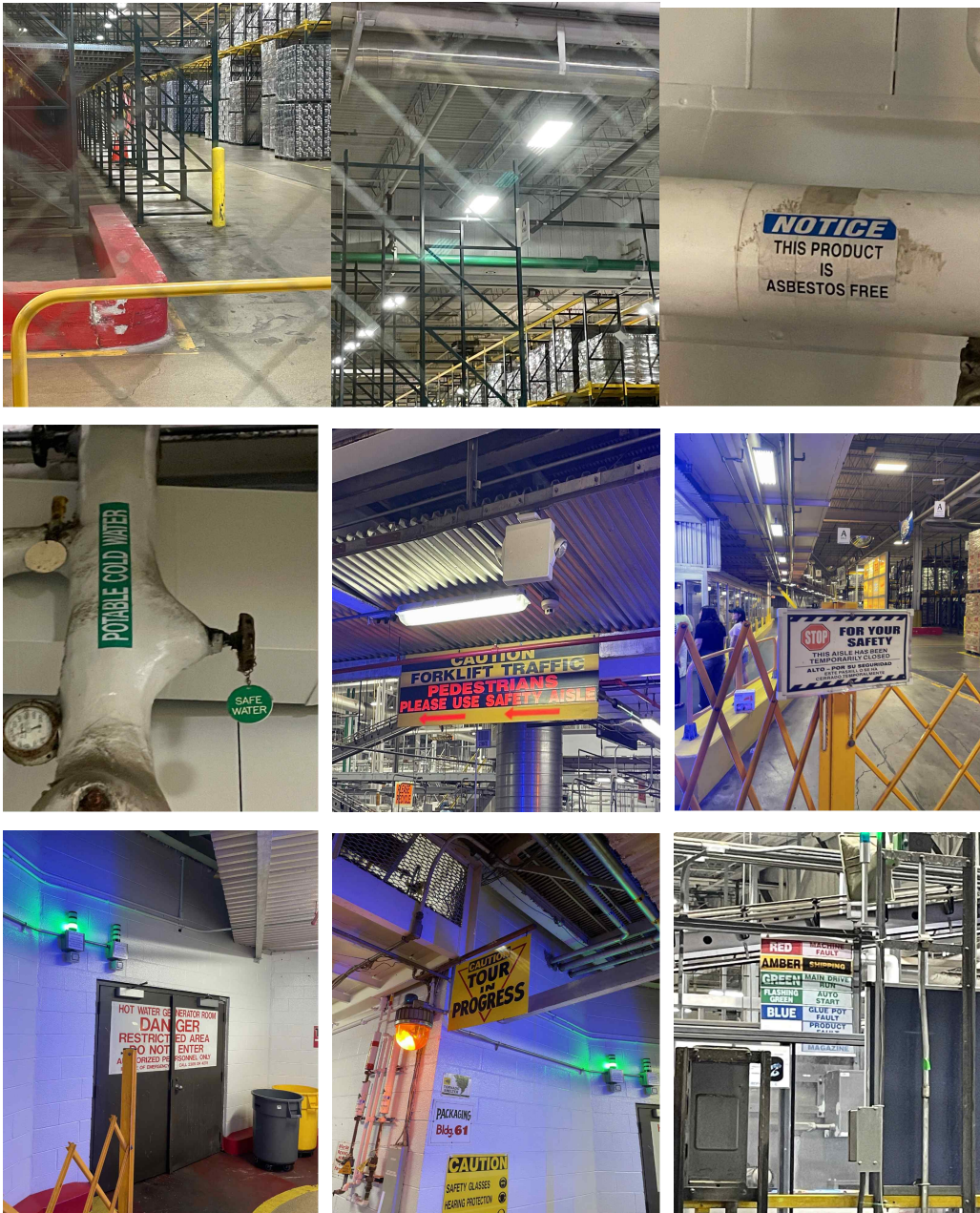
Exit Marking

- If the direction of travel to the exit or exit discharge is not immediately apparent, signs must be posted along the exit access indicating direction to the nearest exit
- The line-of-sight to an exit sign must clearly be visible at all times



[그림 III-36] 비상구 사인의 시인성을 고려한 설계

(3) 고시인성을 통한 공장 내 구획 표시 및 정보 제공(미국-밀러맥주)



[그림 III-37] 미국 밀러-맥주의 고시인성을 통한 공장 내 구획 표시 및 정보

(4) 구조용 철골 제품을 위한 일반적인 산업용 페인트 색상(호주)

○ 호주에서는 구조용 철골 제품을 위하여 아래와 같은 산업용 페인트 색상을 사용할 것을 권고하고 있다.

〈표 III-25〉 구조용 철골 제품을 위한 일반적인 산업용 페인트 색상

색상	규정
Y14 Golden Yellow	• 난간, 사다리 및 통로의 가시성이 높은 안전 코팅에 사용
N53 Blue Grey	• 광산 프로젝트에서 구조용 강철에 자주 사용
N35 Light Grey	• 광산 프로젝트에서 구조용 강철에 자주 사용
N63 Black	• 산책로 격자에 자주 사용
N14 White	• 통신 도관 또는 덮개에 사용
G21 Jade	• 물을 함유한 강철 배관에 사용
R13 Signal Red	• 화재 시스템의 일부로 수도관에 자주 사용
Y44 Sand	• 가스 파이프라인에 자주 사용
B25 Aqua	• 압축 공기 파이프에 사용
P23 Lilac	• 산 및 화학 파이프라인에 자주 사용
X15 Orange	• 전기 도관 또는 덮개에 자주 사용
X42 Biscuit	• 광산 프로젝트에서 구조용 강철에 자주 사용
X53 Golden Tan	• 디젤 및 오일 파이프라인에 사용

3) 시인성 관련 논문 분석

3.1) 국내

(1) 민승남 (2004). 산업현장에서의 착시현상을 이용한 안전표지판 적용에 관한 연구 - 추락 및 충돌방지를 중심으로.

- 해당 연구는 착시현상(3D)을 이용한 안전보건표지판이 현장 적용 가능성 있는지를 알아보는 것을 목표로 한다.
- 착시현상과 안전에 관련된 연구를 살펴보면, 횡단보도에 많이 이용되는 것으로 나타났다.
- 본 연구에서 분석한 선행연구의 결과를 살펴보면, 미얀마 양곤의 한 도시에서 실시한 설문조사 결과에 의하면, 피험자(보행자, 자동차 운전자)는 3D 횡단보도가 기존 횡단보도보다 도로를 건너기에 더 안전하다고 평가하였다.



[그림 III-38] 미얀마 양곤의 한 도시에서 설문조사한 3D

- 포커스 그룹 인터뷰(FGI)를 통해 5가지 착시현상을 선정하여 착시현상이 현장에 적용할 수 있을지를 평가하였다.







[그림 III-39] FGI를 통해 최종적으로 선택된 5가지 착시현상

- 그 결과, 착시현상 No. 2가 추락 방지에 가장 효과적인 것으로 나타났으며, 안전 관리자와 근로자 모두 이 현상을 선호하였다. 착시현상 No. 5가 충돌 방지에 가장 효과적이었으며, 제조업 근로자와 안전 관리자 모두에서 높은 선호도를 보인다고 하였다. 착시현상을 활용한 안전 표지판은 사고 예방에 효과적일 가능성이 높으나, 학습 효과 및 주의 분산 등 추가 연구가 필요하다고 하였다. 착시현상 표지판이 더 널리 사용된다면, 안전사고를 줄이는 데 도움이 될 수 있을 것이라고 언급하였다.

(2) 강인형 (2022). 국내 고시인성 안전의복의 착용 현황 분석 및 시인성 평가를 통한 착용 의무화 제안





- 작업자 가시성 기능을 갖춘 의복 착용의 필요성을 언급하며, 20~50대 건강한 성인을 대상으로 운전 중 고시인성 조끼와 비인증 반사 조끼를 인식하는 전방 거리 측정 시험을 하였다. 비인증 반사 조끼의 경우 인식 거리가 1.4배 긴 것으로 나타나 의복에 따른 인지 거리 차이가 있음을 도출하였다.
- 따라서, 도로교통법 시행규칙 제32조에 고가시성 안전 의류를 생명 보호 장비로 포함시키고 2차 사고 방지를 위해 사고 발생 시 차량을 이탈한 경우, 반사 안전조끼를 착용할 수 있도록 차량 내 비치 의무화를 제안하였다.
- 추가로 도로 작업환경에서 표지판, 광고판, 차량색상 등 시각적 단서가 색상 인식을 방해하는지에 대한 연구와 동작 조건 및 노후화 등의 변화에 따른 연구 필요성을 제시하였다.

Table 5. Clothing used in the experiment

Black	White	Vest ^{a)}	Vest ^{b)}
			
Fabric (%) cotton, 100	cotton, 100	PET, 100	PET, 100

Vest^{a)} Non-certified vest, Vest^{b)} ISO 20471 certified high-visibility vest

Table 6. Mean perception distance in meters and standard deviation in terms of clothing condition

	Black	White	Vest ^{a)}	Vest ^{b)}
Night time				
Mean	46.0	61.5	110.4	156.2
(SD)	(13.7)	(18.0)	(22.6)	(30.9)

Vest^{a)} Non-certified vest, Vest^{b)} ISO 20471 certified high-visibility vest

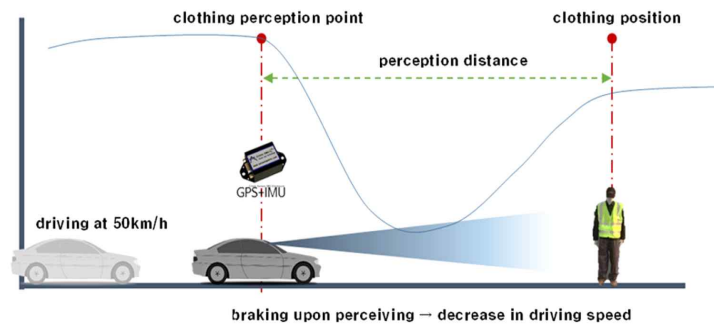


Fig. 1. Experimental condition for perception distance.

[그림 III-40] 지각 거리에 대한 실험 조건

(3) 박수진 (2022). 소규모 건설현장의 트럭 운전원을 위한 증강현실 정보 제공 디자인에 관한 연구

- 본 연구는 소규모 건설현장에서 신호수 및 외부 정보와의 소통 문제로 발생하는 문제를 보완하기 위해 증강현실 기술을 이용한 정보를 제공함으로써 트럭 운전원의 안전성을 높이고자 하는 목표를 가지고 있다.
- 사고 비율이 높은 시야 미확보, 불균형의 사고유형과 인지 부하가 높은 의사소통(신호수 시각 표시) 유형을 대상으로 연구하였다.
- 영상물을 기반으로 실험을 실시한 후 설문 및 인터뷰를 진행하여 디자인 시각 정보 전달의 용이성을 확인하였다. 증강현실 정보 제공 인터페이스 디자인은 시각적인 형태와 색채를 기반으로 했고, HUD 아이콘 색상에서 인성을 고려하여 녹색, 노란색, 주황색을 고려하여 사용하였다. 그 효과성을 입증하였다.
- 다만, 날씨, 조도와 같은 외부 환경조건에서의 인지 실험을 통한 추가 연구가 필요하며, 시각 정보 외 청각 요소를 고려해야 할 것이라고 하였다.

표 3. 사고사례 요소와 시각 인터페이스 방안의 빈도

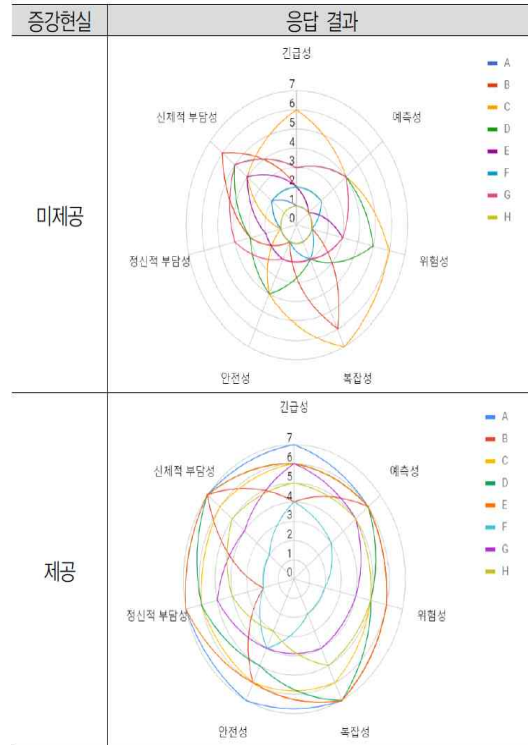
사고유형	빈도(%)	인터페이스	빈도(%)
시야 미확보	25	근접센서 시각 알림	25.8
불균형	19.2	차체의 기울기 감지	22.6
일반추락	15.4	하차 시 안전 경고	9.7
적재확인	11.2	적재함 상단 카메라	4.8
장비상태	11.2	장비상태 알림	6.5
전방주시	7.7	근접센서 시각 알림 / 사이즈 측정 맵핑	25.8 / 3.2
의사소통	5.8	신호수 시각 표시	17.7
기타	3.8	-	-

[그림 III-41] 사고사례 요소와 시각 인터페이스 방안의 빈도

표 7. 시나리오별 증강현실 인터페이스의 적용

시나리오	증강현실 인터페이스 미적용 모습
1	
시나리오	증강현실 인터페이스 적용 모습
1	
2	

표 8. 시나리오1 증강현실의 유무에 따른 응답 결과

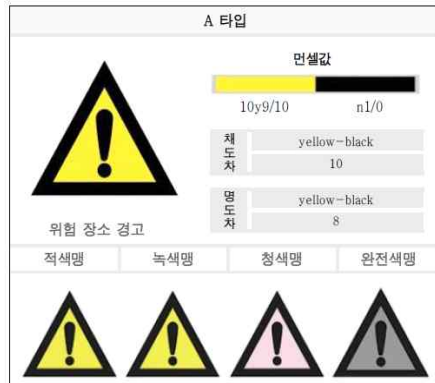


[그림 III-42] 시나리오 증강현실 인터페이스 적용 및 응답 결과

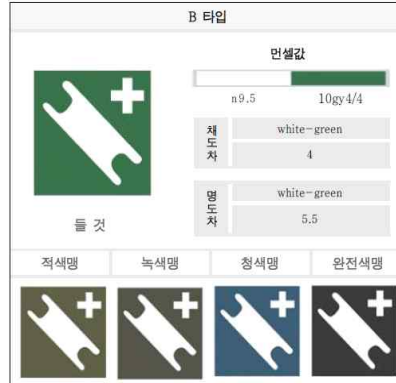
(4) 손모아 (2016). 색각이상자를 위한 색채배색 개선 방안 연구 - 컬러유니버설 디자인 측면에서 산업안전표지 중심으로

- 본 연구는 색각이상자도 쉽게 인지할 수 있는 산업안전표지 색채 배색 방안을 개발하였다.
- 기존 산업안전표지가 고채도, 고명도 원색 사용으로 시인성이 낮은 문제가 있으며, 색각이상자는 색상 구분이 어려워 안전사고 위험이 크다고 하였다.
- 산업안전표지를 대상으로 정상색 각인과 색각이상자가 인지하는 시인성을 분석하고 Color Oracle 시뮬레이션을 사용해 색각이상자가 인지하는 색상을 평가하였다.
- 본 연구에서는 색각이상자도 인지 가능한 색채 배색 연구 모형을 제시했으며, 명도차 조정을 통해 시인성을 개선했다. 배색 간 명도차를 높여 색각이상자와 정상 색 각인 모두에게 효과적인 색채 배색을 제안하였다.
- 색각이상자를 포함한 다양한 사용자를 위한 디자인 접근의 필요성을 강조하고 있다.

[표 4] 산업안전표지 색각이상 시뮬레이션 - A 타입



[표 5] 산업안전표지 색각이상 시뮬레이션 - B 타입



[표 6] 산업안전표지 색각이상 시뮬레이션 - C 타입



[표 7] 산업안전표지 색각이상 시뮬레이션 - D 타입



[그림 12] 색각이상을 고려한 표지 배색 개선 연구모형

[그림 III-43] 색각이상을 고려한 표지 배색 개선 연구모형

(5) 손효인 (2023). 산업안전표지 제작을 위한 디지털 플랫폼 제안

- 산업안전표지(sign)를 법령에 맞춰 정확하게 제작하고 활용할 수 있는 디지털 플랫폼을 제안한다.
- 심층 인터뷰 및 현장 관찰을 통해 법령 준수의 어려움과 새로운 산업안전 표지의 필요성을 확인한다.
- 사용자들이 쉽게 접근하고 활용할 수 있는 디지털 플랫폼의 필요성을 도출하고 플랫폼의 디자인 테마와 프로토타입을 개발하고 검증한다
- 디지털 플랫폼을 통해 산업안전표지를 쉽고 정확하게 제작하고 활용할 수 있으며, 이는 산업재해율 감소에 기여할 것으로 기대된다.
- 산업안전표지의 표준화와 접근성을 높여 산업재해는 줄이는 데 중점을 둔 연구이다.

Table 2. KS S ISO의 산업안전표지

표지 목적	형태	레이아웃	색채		선 굵기
			바탕색 (피색)	그래픽 심볼	
금지 표지		대각선의 중심선은 금지 표지의 중앙을 지나야 하고, 그래픽 심볼 위를 지나야 한다.	하양 (빨강)	검정	최소: 1mm 예외 상황: 0.5mm
지시 표지		안전색 파랑은 표지 면적의 최소한 50%를 차지하여야 한다.	파랑	하양	
경고 표지		안전색은 표지 면적의 최소한 50%를 차지하여야 한다. 만약 b가 70mm이며, r은 2mm이어야 한다.	노랑 (검정)	검정	
안내 표지		안전색 초록은 표지 면적의 최소한 50%를 차지하여야 한다.	초록	하양	
소방 표지		안전색 빨강은 표지 면적의 최소한 50%를 차지하여야 한다.	빨강	하양	

출처: KS S ISO 3864-1





Fig. 5. 갤러리 플로우

[그림 III-44] 갤러리 플로우

(6) 이상기(2022). 심리적 안정감을 주는 화재 피난 모바일 앱(App) 컬러연구

- 본 연구에서는 화재 발생 시 재실자들의 심리적 안정을 도와 피난을 유도할 수 있는 색상 연구를 통해, 안전하고 효과적인 피난 유도를 위한 모바일 애플리케이션의 컬러 설계를 제안하였다.
- 재실자 피난 행동 및 심리적 특징을 분석하고, 이미지 평가와 한국표준 색채분석을 통한 색상 분석을 진행하고 무작위 이미지 중 안정감을 주는 이미지를 선택하고 이를 바탕으로 색상을 분석하였다.
- 결과를 살펴보면, 초록색 계열이 심리적 안정에 도움을 주는 것으로 나타났으며, 화재 피난 시 침착하고 차분한 안내를 위해 주요 색상으로 초록색 계열을 사용할 것을 제안하였다.
- 후속 연구에서는 이미지와 색상의 주제 요인을 보다 구체적으로 분석하여 정량화하는 작업이 필요하다고 언급하였다.

저자	제목	저자	제목
신동준 외1(2017)	뇌파 선행 실험연구 분석에 의한 색채반응에 관한 연구	박지영 외3(2017)	조도와 색온도에 따른 심리 반응과 시인성
연구 방법		연구 방법	
색상 노출 시 뇌파(EEG) 변화를 측정한 선행연구 분석, 정리		조도와 색온도에 따른 심리 평가 및 시인성 평가	
관련 결론		관련 결론	
100lx의 초록색(7.5G 5/8)방과 파란색(7.5BG 5/8)방에서 순서로 가장 이완 됨.		40lx이상에서 백색에 가까운 4000k이상의 색온도가 심리적으로 안정.	
파란과 초록에서 심리적으로 이완		4000k 이상의 색온도에서 심리적으로 안정	
	0.147.140 15.140.100		근사색상

[그림 III-45] 연구 저자, 제목, 연구 방법, 관련 결론 요약

(7) 정형일 (2015). 시인성 및 의미전달성 향상을 위한 철도 안전표지 디자인 개선방안 검토

- 본 연구는 철도 안전표지의 시인성과 의미 전달성을 높여 안전성을 확보하기 위한 디자인 개선 방안을 제안하였다.
- 국내 철도 안전표지는 시인성과 의미 전달성이 부족하여 기관사들이 표지를 쉽게 이해하기 어려우며, 일본 철도 안전표지를 그대로 사용하고 있어 개선이 필요하다고 언급하였다.
- 시인성, 가독성, 의미 전달성이 부족하고 분류체계 부재의 문제가 있으며, 표지의 크기와 색상, 대비가 낮아 시인성이 떨어져 문자의 크기와 색상 대비를 높여 가독성을 개선해야 한다고 하였다.
- 픽토그램을 직관적으로 개선해야 한다. 표지 목적과 지시 행동에 따라 통일된 색상과 형태의 분류체계가 필요하며, 표지 형태와 색상만으로 의미를 전달할 수 있어야 한다고 하였다.



Fig. 3 Survey result about visibility

[그림 III-46] 가시성에 대한 설문조사 결과



Fig. 4 Case Study about visibility

[그림 III-47] 가시성에 대한 사례 연구



Fig. 5 Survey result about legibility

[그림 III-48] 가독성에 대한 설문조사 결과



Fig. 6 Case Study about legibility

[그림 III-49] 가독성에 대한 사례 연구

/ 설문내용 /						대상: 철도기관사 160명
질문: 표지의 목적 및 행동에 따라서 표지의 모양 or 색상 등을 통일한다면 의미전달에 도움이 될까요?						
	아주 도움이 된다	도움이 된다	보통이다	도움이 안된다	전혀 안된다	표지 분류체계에 따라 시각적인 통일성을 부여 했을 시 즉각적인 표지 인지에 도움이 될
	20%	48%	22%	6%	3%	
설문 결과	> “철도표지의 분류체계 필요”		개선 방향	> 목적 및 행동에 따른 모양 또는 색상의 통일		

Fig. 7 Survey result about classification system

[그림 III-50] 분류 시스템에 대한 설문조사 결과

철도표지 > 분류체계가 없음			도로표지 > 분류체계가 있음		
예고표지	지시표지	경고표지	규제표지	지시표지	주의표지

Fig. 8 Case Study about Classification system

[그림 III-51] 분류 시스템에 대한 사례 연구

시인성을 고려하여 원거리에서도 잘 보이도록 디자인 된 해외 표지판			
영국		독일	
임시속도제한표지	간제한계주의표지	중단표지	진로표지

Fig. 9 Best practice about visibility

[그림 III-52] 가시성에 대한 모범 사례

직접적인 의미전달이 가능한 픽토그램으로 디자인 된 해외 표지판				
인도		영국		
				
임시속도제한표지	간격한계주의표지	중단표지	진로표지	구간경계표지

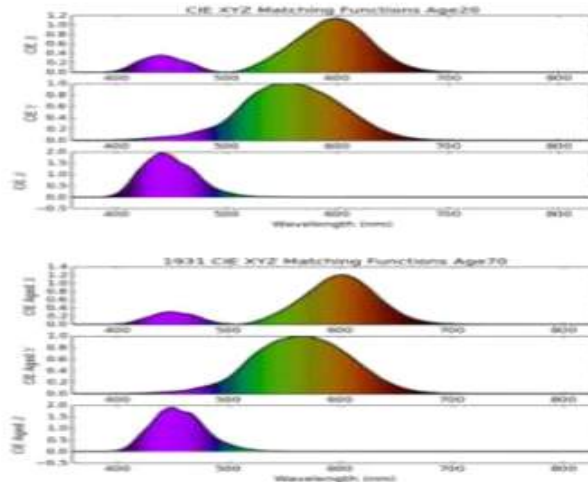
Fig. 10 Best practice about legibility

[그림 III-53] 가독성에 대한 모범 사례

- (8) 신지예, 이찬수 (2015). 고령자 시각대응 색인지 및 색 오류 구간에 관한 연구
- 고령자에게 적합한 조명의 색온도·조도에 대한 연구를 하기 전 기초적인 연령별 색 변화와 색을 어떻게 오인하는지에 관한 연구를 수행했다.
 - 20대 연령과 70대 연령의 조명 인지색 변화를 추정해 본 결과, x 자극 값은 20대보다 파장영역이 범위가 좁아지고 y 값의 경우 파장 대역이 중파장 대역에서 장파장 대역으로 이동하였고 z 값의 경우 단파장 영역이 중파장 영역으로 이동하는 경향을 나타냈다.
 - 50대(SY-25) : 황색도와 녹색도가 증가하여 B, B, BG 색상은 G 색상으로 착색하여 나타났고, G 색상의 경우는 황색도의 증가로 GY색상으로 착색하여 나타났다. B 계열과 G 계열의 색인지를 제외한 다른 계열의 색상들은 정상인과 흡사하게 인지한다고 하였다.
 - 60~70대(Y-2) : 50대 결과와 비슷한 경향으로 색인지 결과가 나타났다. 하지만 50대보다 모든 색상이 녹색도와 황색도가 더욱 증가했고 B, PB, P, BG 색상은 녹색도의 증가로 인해 G 색상의 색 공간으로 이동한 것을 알 수 있었으며 황색도의 증가로 인해 RP, R, YR 색상의 색 혼동이 일어날 수 있다고 하였다.
 - 70~80대(YA-3) : 70~80대 1차 착색실험 결과와 2차 색인지 실험 결과가 다르게 나타났다고 언급하였다.
 - 1차 실험에서는 전체적인 색상에서 녹색도는 크게 감소하고 적색도와 청색도가 증가하여 PB, B, P, BG 색상들은 색 혼동이 일어났으며 무채색 (N1.5) Black으로 나타났다.
 - 2차 실험에서는 60~70대 색인지와 70~80대 색인지 변화가 같은 경향을 보여 녹색도와 황색도가 더욱 증가하였으며 적색도는 증가하지 않았다고 보고하였다.
 - 무채색 Black(N1.5)의 경우 단파장 대역과의 색인지 혼동이 있기에 단파장

대역의 색상은 색상의 구별이 어려운 것으로 보인다고 하였다.

- 본 실험과 같은 Daylight 조명뿐만 아니라 LED 조명의 경우 색온도가 높아질수록 장파장 영역에서의 분광 에너지세기가 감소하고, 단파장 영역의 분광 에너지 세기가 증가하여 중·단파장 영역 색의 채도가 높아져 질게 지각한다.
- 시각의 노화가 점차 진행되어 60~70대에 접어들면 단파장 대역 색상들의 인지가 어려워지기 때문에 고령자 조명 계획 시 단파장 대역 색상에 대한 고려가 이루어져야 한다고 언급하였다.



<그림 2> 연령별 인지색 변화 추정 그래프

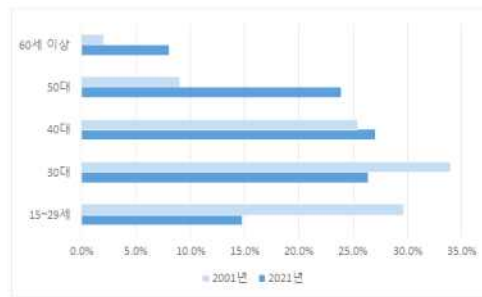
[그림 III-54] 연령별 인지색 변화 추정 그래프

(9) 이진숙, 박지영 (2013). 고령자의 색 지각 변별력에 관한 연구

- 동일 면적 크기로 인접색을 제시했을 때, 동일 순색량에서 흑색량이 5% 이상 차이가 나는 경우와 동일 흑색량에서 순색량이 5% 이상 차이 나는 경우, 백색량이 동일한 경우, 그리고 색상 혼합 비율이 10% 이상 차이 나는 경우 인접한 색을 서로 다르게 인식하는 것으로 나타났다.
- 동일 색 추출실험 결과, 피험자 모두 바탕색 위에 놓인 동일한 색의 작은 색지를 매우 유사하거나 같게 지각하여 추출하는 것으로 나타났고, 이때 바탕색과 동일한 색이지만 크기가 작은 색지의 색을 조금 더 짙거나 어둡게 보는 경향을 보인다.
- 시인성 평가실험 결과, 눈의 상태 여부 관계없이 흑색도, 순색도, 흑순색도 차이에 따른 시인성은 높지만, 색상 혼합 비율에 따른 시인성은 현저히 떨어지는 것으로 나타났다.
- 동일 순색량에서 흑색량이 10% 이상 차이 나는 경우와 동일 흑색량에서 순색량이 10% 이상 차이 나는 경우, 그리고 백색량이 동일한 경우 순간적으로 가독 가능하다.
- 색상 혼합 비율이 20% 이상 차이 날 때 R, B, G 계열은 순간적으로 가독 가능하지만, Y 계열은 가독이 가능하나 R, B, G 계열보다 흐릿하게 보이는 것으로 나타났다.

(10) 이경선, 황재진, 이진원 (2023). 1인직업자, 고령근로자 안전보건 가이드라인 마련

- 고용형태별근로실태조사(고용노동부)의 조사에 따르면, 최근 10년간 국내 제조업 근로자의 평균연령은 약 3.8세 증가한 것으로 나타났다.
- 연령별 수치를 살펴보면, 30대는 근로자 비중이 33.9%에서 26.4%로 감소했고, 40대 근로자의 비중은 25.4%에서 27.0% 다소 늘었으며, 50대 근로자 비중은 9.0%에서 23.9%로 상승해 전 연령대에서 가장 큰 증가율을 보였으며 60세 이상 근로자의 비중도 2%에서 8%로 증가했다.



[그림 III-55] 국내 제조업 근로자의 평균연령 [그림 III-56] 국내 제조업 근로자의 연령별 수치

- 연령이 증가함에 따라 인간은 정신 및 육체적 능력이나 한계가 감소하게 되고, 이는 매우 자연스러운 현상이라고 할 수 있다.
- 대부분의 능력에 있어서 연령의 증가에 따라 능력의 감소를 나타내며, 특히 시력과 관련된 다양한 능력들은 급격히 감소하는 경향을 보인다.
- 이와 같은 시각 능력의 감소는 작업수행 시 시인성 측면의 문제를 야기시킬 수 있으며, 이는 사고로 연계될 가능성이 있다.

〈표 III-26〉 청년 근로자 및 고령 근로자 추이 및 연령대별 근로자 비율
(고용노동부, 2021)

기능	능력	결과	저자(년도)
인지	시력	1.10(30대), 0.62(50대)로 시력이 저하(30cm)	한국산업안전공단
		동공의 지름이 줄어들고, 20세에 비해 60세 노인은 빛을 3분의 1정도 밖에 받아들이지 못함	Botwinick (1978)
		암순응 능력의 쇠퇴, 색채 지각의 변화, 광 수용량의 감소	한국산업안전공단 (2007)
		노인성 원시는 50세 이후부터 급격히 발생	Haya and Sustello (2001)
		10cm(20세), 50cm(50세)로 멀어짐(최소거리)	정민근 (2005)
		나이 증가에 따라 시력 기능 감소	Wegman and McGee (2004)

3.2) 국외

(1) Dachner, G. C., & Kinader, M. (2016). Effects of visual information on decision making during way-finding in emergency and non-emergency situations. *Collective dynamics*, 1, 185.

- 대피자들이 비상 표지판과 대피경로에서 제공하는 시각 정보를 어떻게 찾고, 해석하며, 행동에 옮기는지를 잘 이해하는 것이 중요하다.
- 건물에서 대피할 때 표지판과 경로의 시각 정보를 어떻게 사용하는지 실험했다.

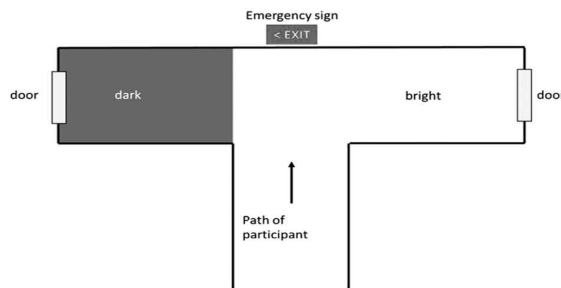


Fig. 1. Schematic overview of the virtual T-intersection.

[그림 III-57] 가상 T 교차로의 개요

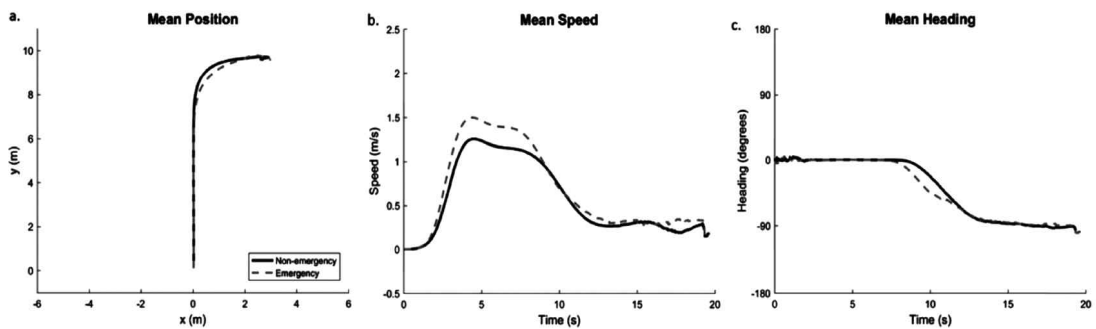


Fig. 3. The grand means of time series for (a) position, (b) speed, and (c) heading.

[그림 III-58] (a) 위치, (b) 속도, (c) 해딩에 대한 시계열의 평균

(2) Wong, L. T., & Lo, K. C. (2007). Experimental study on visibility of exit signs in buildings. *Building and environment*, 42(4), 1836-1842.

- 18m 길이의 내부 복도에서 표지판 내용의 높이에 따른 출구 표지의 가시성이 실험적으로 연구하였다.
- 가시성에 영향을 미치는 네 가지 요인, 그래픽, 색상, 조명조건, 관찰자의 연령 조사했다.
- 영어와 중국어로 된 'EXIT' 단어, 다섯 가지 방향 표시, 두 가지 출구 기호를 포함한 여러 디자인이 정상 및 비상조명 조건에서 다양한 연령대의 30명의 관찰자에게 제시하며 가시성을 평가하였다.
- 두 개의 기호가 포함된 출구 표지판은 하나의 기호만 포함된 표지판에 비해 정확한 식별을 위해 더 높은 위치가 필요한 것으로 나타났다.
- 녹색 출구 표지판은 매우 가시성이 높은 것 보고되었으며, 또한 조명이 줄어들수록 정확한 식별을 위한 표지판 높이가 증가하는 것으로 보고되었다.

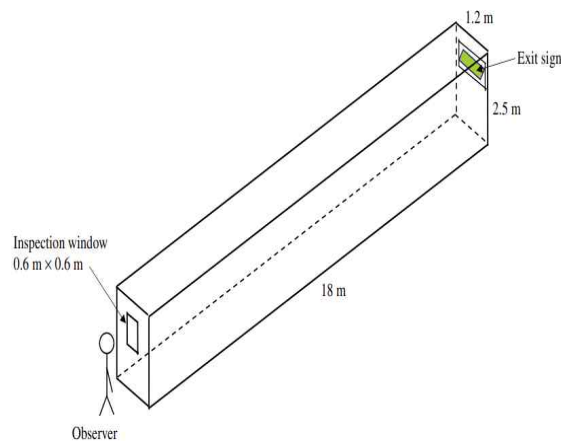


Fig. 1. Corridor.

[그림 III-59] 복도

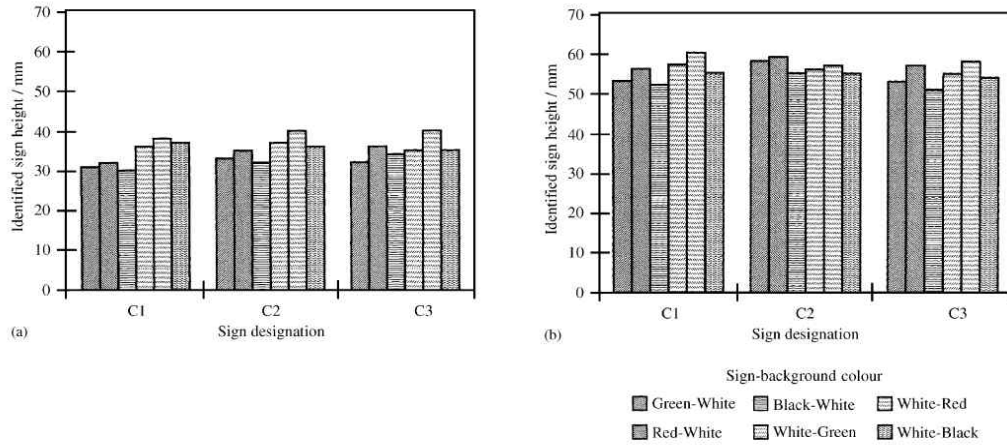


Fig. 3. Heights of coloured exit signs for correct identification. (a) Normal lighting condition, and (b) Emergency lighting condition.

[그림 III-60] 올바른 식별을 위한 색상의 출구 표지판 높이
(a) 정상 조명 상태, (b) 비상 조명 상태

(3) Hsin-His Lai (2008). Evaluation of visibility of tinted helmet visors for motorcycle riders.

- 본 연구는 객관적 실험과 도로 주행 시험을 통한 주관적 평가 방법을 통해 착색 헬멧 바이저가 가시성에 미치는 영향을 조사했다.
- 실험에는 한계법이 사용되었으며 해당 실험을 위해 설계된 Visual Basic 프로그램을 사용하여 란돌트 C 링의 회색 레벨을 조정하여 C 링의 미세한 세부 사항을 명확하게 관찰하고 구별하도록 요청했다.
- 실험동안 피험자는 두 가지 간섭광원(황색광 및 백색광) 아래에서 네 가지 유형의 착색 바이저를 착용하고 광원에 따라 란돌트 C 링의 회색 레벨을 조정했다.
- LCD 모니터에 투사된 란돌트 C 링은 0%에서 시작하여 버튼을 클릭할 때마다 1%씩 증가하여 최대 수준인 100%(란돌트 C 링이 깨끗하고 완전히 어두울 때)까지 올라간다.
- 주관적 평가에서는 평가를 위해 도로 주행 테스트를 설계했으며 가시성 실험과 동일한 피험자에게 색이 칠해진 바이저가 달린 헬멧을 착용한 상태에서 도로 주행 테스트를 완료하게 한 후 테스트에 대한 주관적 평가를 수행한다.
- 피험자는 설문지를 작성하여 5점 척도로 교통평가 항목을 평가하며, 연구의 결과는 다음과 같다.
- 투명 헬멧 바이저의 가시성 성능은 착색 헬멧 바이저보다 우수하고 착색 헬멧 바이저는 직접 눈부심을 줄이는 데 효과적이지 않으며 가시성 성능에도 영향을 미친다.
- 주관적 평가 결과 착색 헬멧 바이저는 라이더의 가시성에 영향을 미치는 것으로 나타나나, 노란색 바이저는 특히 야간 가시성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

(4) Philippe Lacherez (2013). Visibility-related characteristics of crashes involving bicyclists and motor vehicles – Responses from an online questionnaire study.

- 해당 연구에서는 온라인 설문조사를 통해 자전거 사고에 관련된 가시성 요소를 조사하였다.
- 자전거와 차량의 충돌 특성을 조사하기 위해 온라인 설문지를 통하여 자동차 충돌과 관련하여 총 237개의 응답을 받았으며, 가시성과 조명, 응답자들이 입고 있던 옷의 종류, 나이, 성별, 라이딩 기간 및 빈도가 포함 되어 있다.
- 해가 지면서부터 새벽까지 발생한 사고의 19%는 자전거 타는 사람이 조명을 사용하지 않았다.
- 황혼(해가 막 저서 어둑어둑할 때)부터 새벽까지 사고가 난 사람 중 반사재 의류를 34%만 착용하였다.
- 가장 흔한 충돌 구성은 운전자가 도로를 가로질러 방향을 바꾸는 것을 포함하는 것으로 나타났다.
- 본 연구의 선행 연구에서 자전거 타는 사람의 몸에 표시가 있으면(예를 들어 움직이는 관절에 표시가 있는 경우) 가시성 측면에서 많이 증가하며 동시에 인식 거리도 증가하였다.
- 참가자의 1%만이 자전거 타는 사람의 가시성을 사고원인으로 꼽았다.

(5) Yanyan Guan, (2024). Research on the nighttime visibility of white pavement markings.

- 현재 표시 가시성 평가는 역반사율에 의존하지만 선 폭의 영향은 불분명하기에 선 폭이 가시성에 미치는 영향을 정량화하고 가시성 평가 방법을 개선하기 위해 정성적 및 정량적 접근 방식을 모두 사용하여 운전자 시각 감지 실험을 설계한다.
- 연구는 중국의 도로 표지선 규격에 맞춰 6가지 폭(5cm 30cm)과 9가지 레트로반사율(33420 mcd/m²/lx)을 가진 총 54개의 도로 표지선을 제작하고, 실제 차량 테스트를 위해 조명 없는 직선 도로에서 실험을 진행하였다.
- 피험자가 고광량 전조등을 켜 차량을 운전하며 표지선을 관찰한다.
- 표지선이 처음으로 나타나는 지점을 '시작점'으로 간주하고 그 거리를 측정하며, 실험은 표지선 폭과 레트로반사율을 조합해 모든 실험 샘플에 대해 반복하여 진행한다.
- 표지선이 넓을수록 운전자가 인식하는 가시거리도 증가했지만 표지선 폭이 커질수록 가시거리 증가율은 점차 감소했다. (특히, 레트로 반사율이 높은 표지선 일수록 넓이의 영향 덜하였다.)
- 레트로 반사율이 높을수록 가시거리는 증가했지만, 이 또한 일정 수준 이상에서는 증가율이 둔화하였다.

(6) Galina Komova (2024). The role of innovative visibility aids on e-scooter riders' conspicuity in daylight.

- 본 연구에서는 대조적인 색상의 다양한 가시성 보조 도구가 주간 조건에서도 전기 스쿠터 라이더의 눈에 잘 띄도록 어떻게 도울 수 있는지 알아보는 것을 목표로 하였다.
- 실제 운전 시나리오에서 발생할 수 있는 충돌이나 신체적 피해의 잠재적 위험을 제거하고 실험적 제어 수준을 높이기 위해 운전 시뮬레이터에서 생성한 비디오 클립과 이미지를 이 연구의 연구 도구로 선택하였다.
- 이미지와 비디오 클립은 햇빛 눈부심이 없는 도시 도로 환경을 나타내며 주간에 촬영되었으며, 중앙 후방 거울을 포함하여 운전자의 관점에서 생성했다.
- 실제 운전 대신 이 연구에서 시각적 요소를 사용하기로 한 결정은 시각적 측면에 차이가 있더라도 다양한 비교 가능한 도로 상황을 만드는 목표에서 동기 부여받았다.
- 다양한 상호작용 변수를 포함하는 9가지의 뚜렷한 도로 상황을 만들기 위해 라이더의 위치(도로, 자전거 도로 또는 보도)와 라이더의 위치(도로 교통 또는 도시 물체에 완전히 보이거나 부분적으로 가려짐) 등을 변수에 포함하였다.
- 2차 작업(n-back)을 수행하는 동안 낮에 시뮬레이션 된 도시 도로 환경을 특징으로 하는 비디오와 이미지에서 전자 스쿠터 라이더를 감지하고 서 있거나 움직이는 전자 스쿠터 라이더를 감지하는 시간과 주관적 눈에 띄는 정도 등급은 세 가지 가시성 보조 조건에서 평가했다.
- 휠-백팩 조건에서 전자 스쿠터 라이더의 감지성이 향상되었으며, 다른 두 조건에 비해 감지 시간이 최소 168ms 증가했다.
- 눈에 띄는 정도 평가 측면에서, 참가자들은 Wheels-Backpack과

Patterned Jacket을 착용한 라이더에게 더 높은 점수 부여하였으나 두 가지 사이에 유의미한 차이는 없었다.

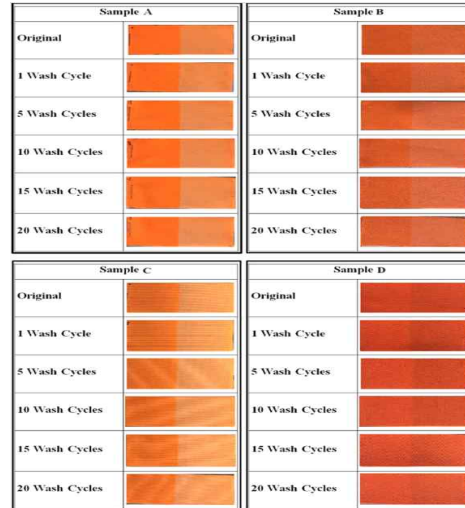
- 전기 스쿠터와 라이더 전체에 대조적인 색상을 분포시키면 라이더의 상체에 대조적인 색상을 배치했을 때보다 낮에도 더 잘 보였다.

(7) Arun Vijayan (2016). Degradation of fluorescent high-visibility colors used in safety garments for the Australian railway industry.

- 본 연구에서는 호주의 철도 근로자를 위해 고가시성 작업복의 색상과 성능 저하를 분석하여 안전 의류의 내구성 및 시인성을 개선하는 것을 목표로 하였다.
- 철도 작업복의 형광 오렌지색 고가시성 섬유가 표준에 적합한지 조사하고, 세탁과 자외선(UV) 노출 후 색상 변화가 안전기준에 미치는 영향을 평가했다.
- 연구는 철도 근로자들이 착용하는 네 가지 상업용 고가시성 작업복을 대상으로 테스트하며 분광광도계를 사용하여 작업복의 색상을 측정하고, 세탁 및 자외선 노출 후 색상 변화에 대한 색채 및 광도를 평가한다.
- 연구 결과는 호주 AS/NZS1906.4 표준과 미국 ANSI Z535.1, 영국 BS EN ISO 20471 표준과 비교했다.
- 국제표준 비교 결과 호주 표준이 미국과 영국 표준에 비해 색 공간이 더 넓고 노란색에 가까우며 일부 샘플은 자외선 노출에 의해 크게 퇴색되었으며, 폴리에스터 소재의 샘플에서 색상 퇴색이 심각했다.



[그림 III-61] 가시광선 스펙트럼에서의 안전색상과 해당 파수



[그림 III-62] 자외선에 노출된 샘플의 변화

(8) NTSB (National Transportation Safety Board) (2020). Motorcycle accidents and visibility concerns.

- 이륜차 사고에서 시인성의 중요성에 대한 통계 자료는 여러 연구를 통해 확인되고 있다.
- 미국교통부의 연구에 따르면, 이륜차 사고의 주요 원인 중 하나는 시인성 부족이며, 특히 다른 차량 운전자들이 이륜차를 쉽게 보지 못해 사고로 이어지는 경우가 많은 것으로 나타났다.
- 이륜차 사고 중 상당 부분이 교차로에서 발생하며, 이때 운전자가 이륜차를 인식하지 못해 발생하는 사고가 주요 원인으로 지적되었다.

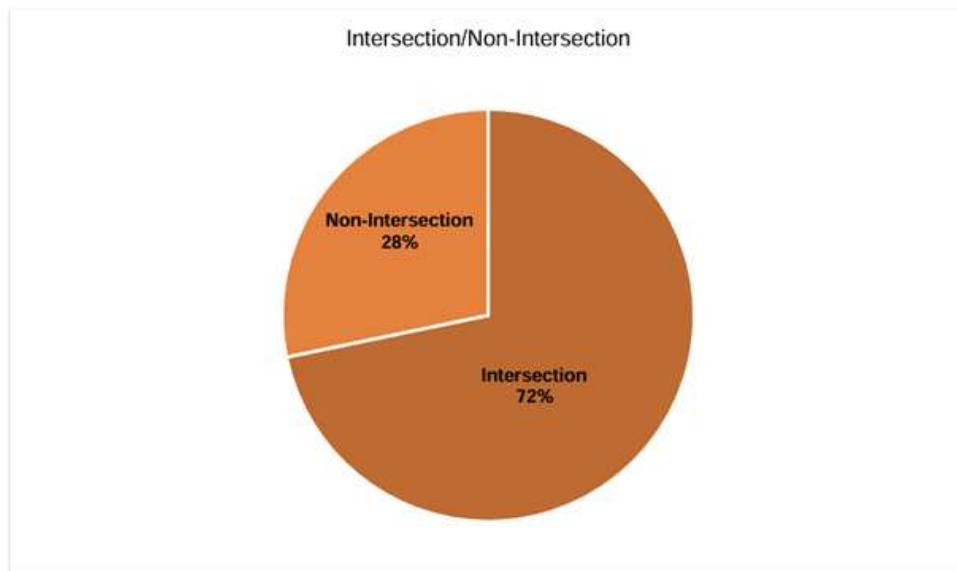


Figure 2. Crashes by intersection and non-intersection locations.

[그림 III-63] 교차로 및 비교차로가 아닌 위치별 충돌 사고

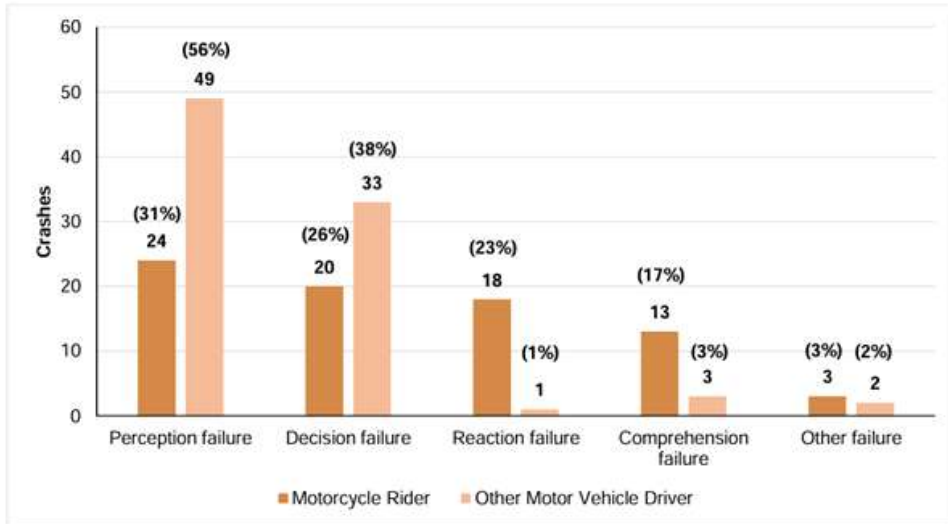


Figure 4. Crash cases attributed to human error by primary contributing factor.

[그림 III-64] 주요 기여 요인에 의한 인적 오류로 인한 충돌 사례

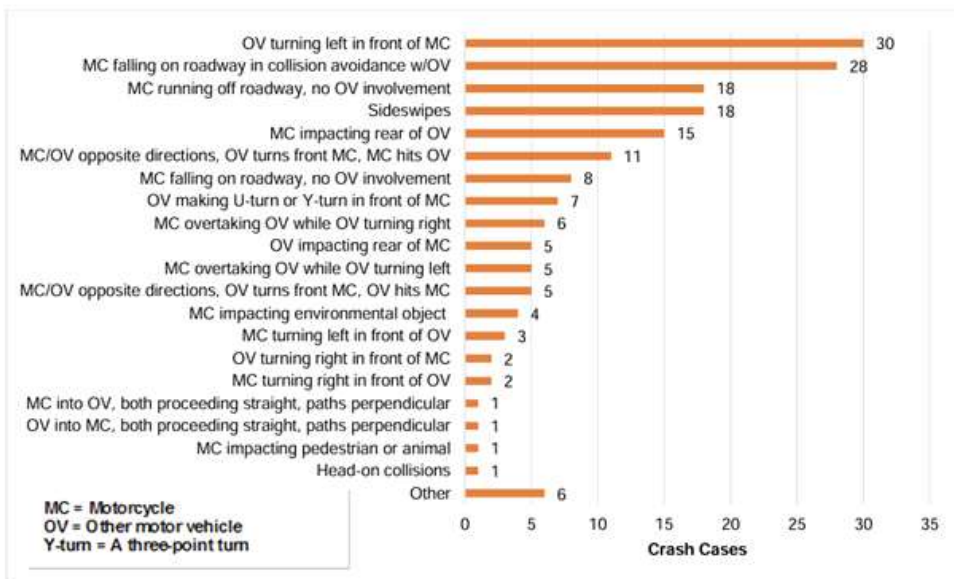


Figure 5. General description of crash configurations.

[그림 III-65] 충돌 구성에 대한 일반적인 설명

(9) MoneyGeek.com. (2021). Weather and time of day impact on motorcycle accidents.

- 날씨와 시간대도 시인성에 영향을 미치는데, 대부분의 사고는 주간에 좋은 날씨에서 발생하지만, 야간이나 가시성이 낮은 조건에서도 사고율이 높게 나타났다.
- 이러한 결과는 시인성 개선이 이륜차 안전성 향상에 큰 역할을 할 수 있음을 시사한다.



[그림 III-66] 도시지역 및 농촌 지역의 교차로 이륜차 사고율



[그림 III-67] 날씨와 시간대별 이륜차 사고율

(10) OSHA (2022). Occupational visibility hazards in construction and manufacturing. U.S. Department of Labor.

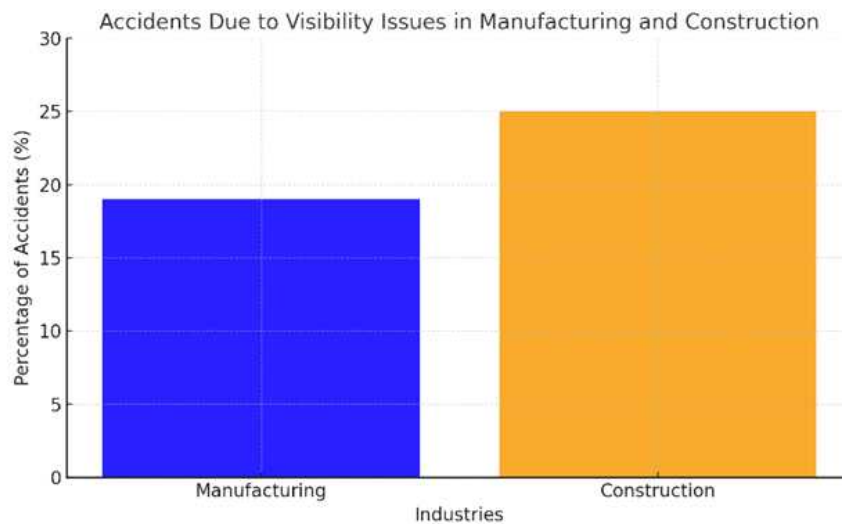
- 건설업에서 발생하는 부상 중 25%는 야간 근무나 조명 부족 등으로 인해 작업자가 보이지 않아 발생한다고 보고한다.
- 낮은 시인성으로 인한 추락 사고는 전체 제조업 사고의 12%를 차지한다고 보고된다. (OSHA)
- OSHA 자료에 따르면, 2022년 제조업 분야에서 치명적인 산업재해 중 하나는 'Powered Industrial Trucks'로 인한 사고였으며, 이는 시인성 문제로 인해 발생할 가능성이 크다고 보고된다. (OSHA)

(11) Kishigo : Home. (2020). High visibility clothing standards for manufacturing. ANSI/ISEA 107-2020.

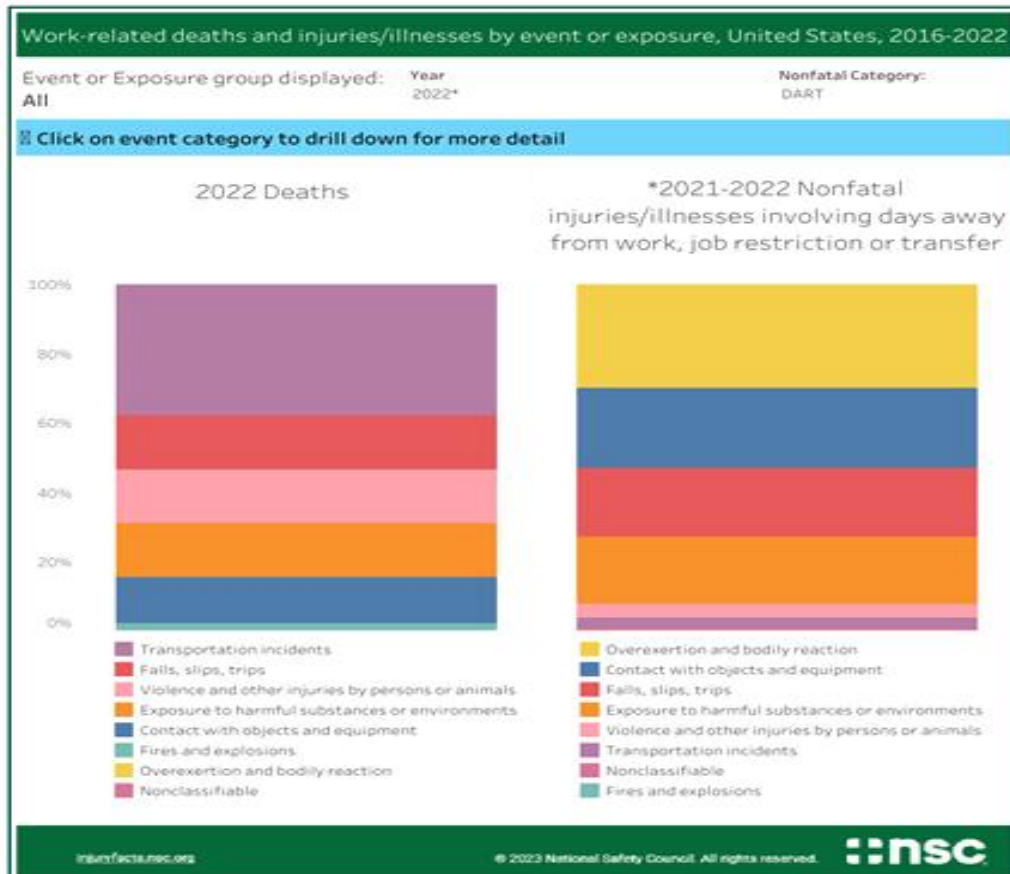
- 제조업에서는 특히 높은 시인성을 요구하는 의류 착용이 중요하며, ANSI/ISEA 107-2020 표준에 따라, 작업환경에 따라 반사 테이프와 형광색 의류가 권장되며, 이는 사고를 예방하는 데 큰 역할을 한다고 보고하고 있다. (Kishigo:Home)

(12) Injury Facts. (2020). Construction and manufacturing visibility-related injuries. National Safety Council.

- 건설업 사망자의 7.3%는 시인성 부족으로 인해 중장비 사고와 관련 있다고 보고한다.
- 제조업 사고의 19%는 작업장 내 조명 부족이나 시인성 문제로 발생, 특히 중장비나 지게차 작업과 관련이 있다고 한다.
- 차트는 제조업과 건설업에서 시인성 문제로 인한 사고 비율을 나타낸 것으로써, 건설업에서는 25%, 제조업에서는 19%의 사고가 시인성 부족으로 발생하고 있다고 한다.



[그림 III-68] 제조, 건설의 가시성 문제로 인한 사고

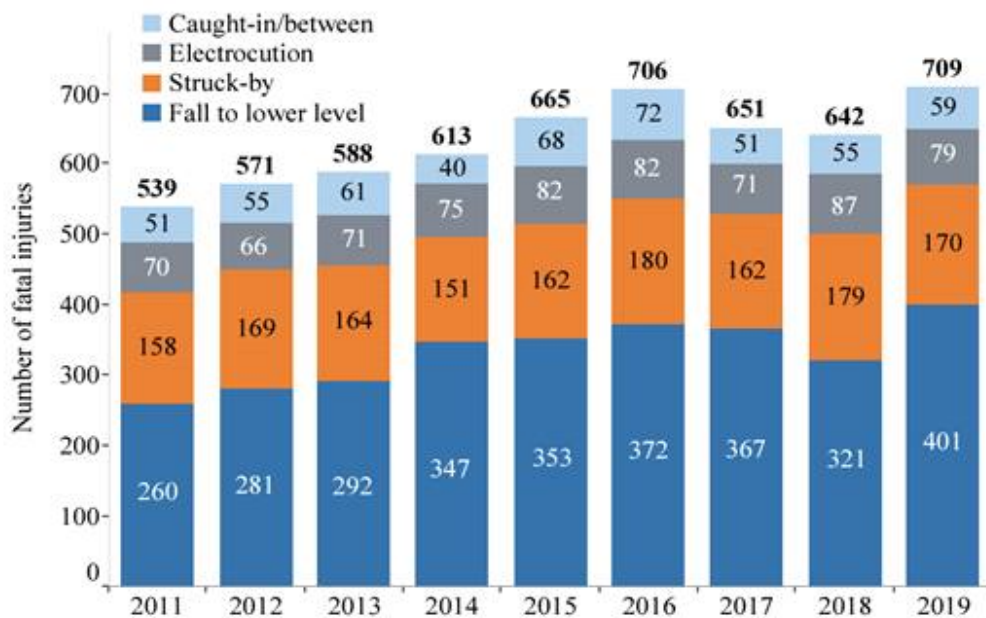


[그림 III-69] 미국의 사고원인별 업무 관련 사망 및 부상 비율

(13) CPWR – The Center for Construction Research and Training. (2019). Construction fatalities due to low visibility. ConstructConnect. (2019). Fall-related accidents in construction.

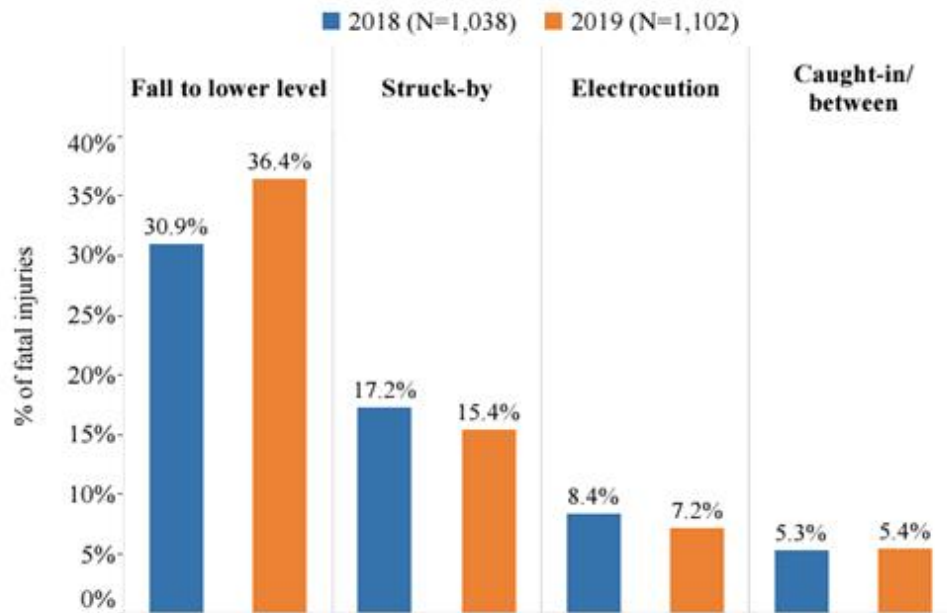
- 2019년 기준 건설업에서 발생한 사망자 중 약 46.2%가 추락, 미끄러짐 및 걸림 사고로 인한 것이었으며, 이 중 대부분은 낮은 시인성으로 인해 발생한 하층부로의 추락이 주원인이었다.

6. Number of fatal injuries caused by Construction Focus Four, 2011-2019



[그림 III-70] 건설업 사고에 의해 발생한 2011-2019년의 부상자 수

7. Percentage of fatalities caused by Construction Focus Four, 2018 versus 2019

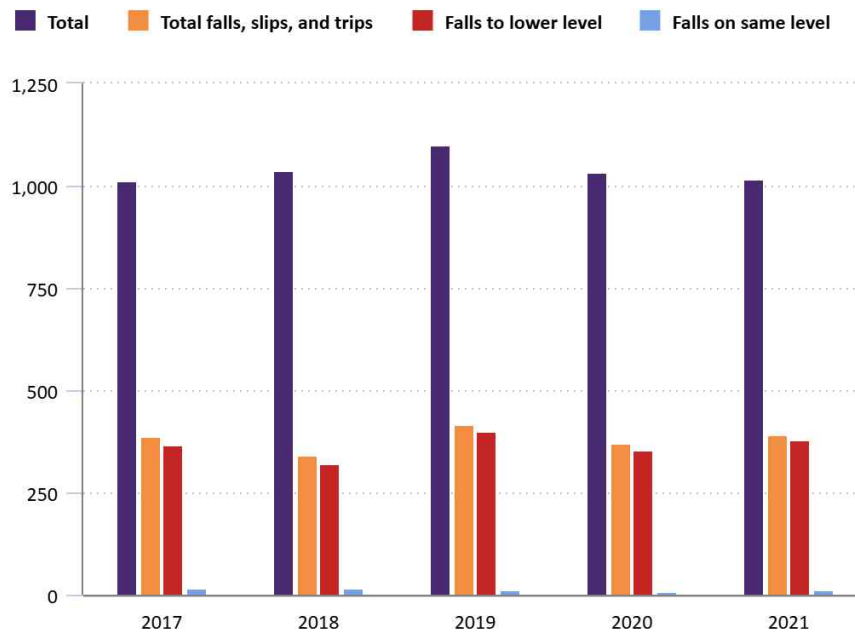


[그림 III-71] 2018년과 2019년의 건설 사고로 인한 사망자 비율

(14) Bureau of Labor Statistics (2021). Increase in fatalities due to falls, slips, and trips in construction. U.S. Department of Labor.

- 2021년에는 건설업에서 추락, 미끄러짐, 걸림으로 인한 사망이 5.9% 증가했으며, 이러한 사고의 상당 부분은 낮은 시인성과 관련이 있었다.
- 시인성 문제는 특히 야간작업이나 장비 주변 작업에서 심각하게 작용하며, 추락 방지를 위한 보호 장치가 충분하지 않을 경우 사고 발생률이 높아진다고 보고되었다.

Number of fatal work injuries in the construction industry by selected event or exposure, all ownerships, 2017-21

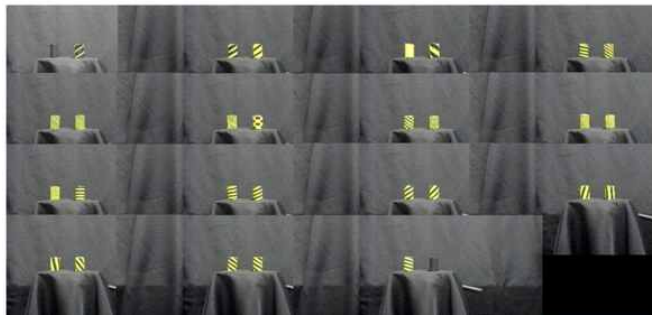


Click legend items to change data display. Hover over chart to view data.
Source: U.S. Bureau of Labor Statistics.

[그림 III-72] 2017년~2021년도의 건설 업계의 치명적인 작업 부상자 수

(15) Tatsuya Iizuka (2021) High Visibility Conditions in a Sunset Environment.

- 교통사고 예방을 위한 고시인성 안전복에 대한 표준을 검토하기 위해 가시성 조사했다.
- 일본의 일몰 조건을 가정하여 어두운 방에 광원을 설치, 시각적 대상 앞의 조도는 300lx로 설정, 패턴 유형, 각도 및 색상 비율이 다른 검정 및 노랑 조합 패턴의 가시성 조사하였다.
- 공간 주파수 측면에서, 눈에 띄고 밝은 것에 대한 선호도의 평균 정도를 고려할 때 5.0 cpd의 줄무늬 패턴이 가장 높은 가시성을 가졌으며, 줄무늬와 체커보드 패턴은 모두 의류 디자인에서 일반적이지만, 가시성 관점에서 줄무늬가 약간 더 눈에 띄는 것을 발견했다.
- 색상 비율 측면에서 노란색 비율이 높을수록 결과가 더 좋았다.
- 줄무늬의 각도에 있어서는 수평 및 수직 방향보다 사선 방향의 가시성이 높았고, 사선 방향 중 165°가 가장 가시성이 높았다.
- 노란색과 검은색의 두 가지 색상이 공간 주파수가 5.0인 대각선 165도 줄무늬 패턴에 배치되었을 때 가장 높은 가시성을 가졌다는 것을 발견했다.



[그림 III-73] 29개의 다른 패턴 샘플들

2. 시인성(시각적 정보) 관련 사고조사 사례분석

1) 이륜차 산업재해 데이터 분석(프랜차이즈 산업)

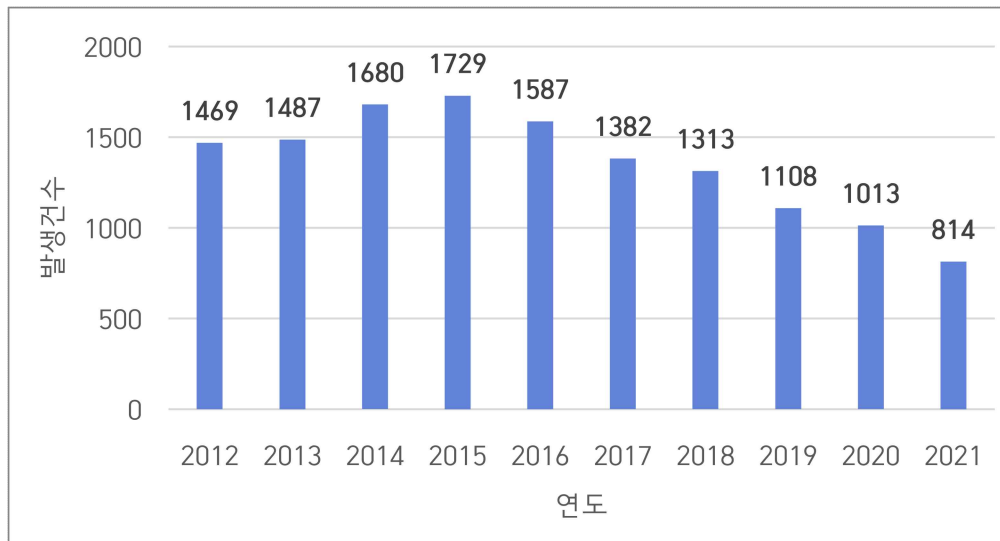
1.1) 분석 데이터 및 분석 방법

- 2012년부터 2021년까지 도소매·음식·숙박업 산업에서 발생한 이륜차 산업재해 데이터를 바탕으로 데이터를 분석하였다.
- 위 기간에 발생한 이륜차 산업재해는 13,582건이다.
- 이륜차 산업재해 데이터를 대상으로 연도, 광역별, 재해시간, 재해요일에 대한 기술통계를 실시하였다.
- 재해개요에 기록된 사고유형 및 원인에 대한 문맥을 LLM(Large Language Models) 기반의 자연어 처리 기법을 활용하여 분석하였다.

1.2) 분석 결과

(1) 연도별 이륜차 사고

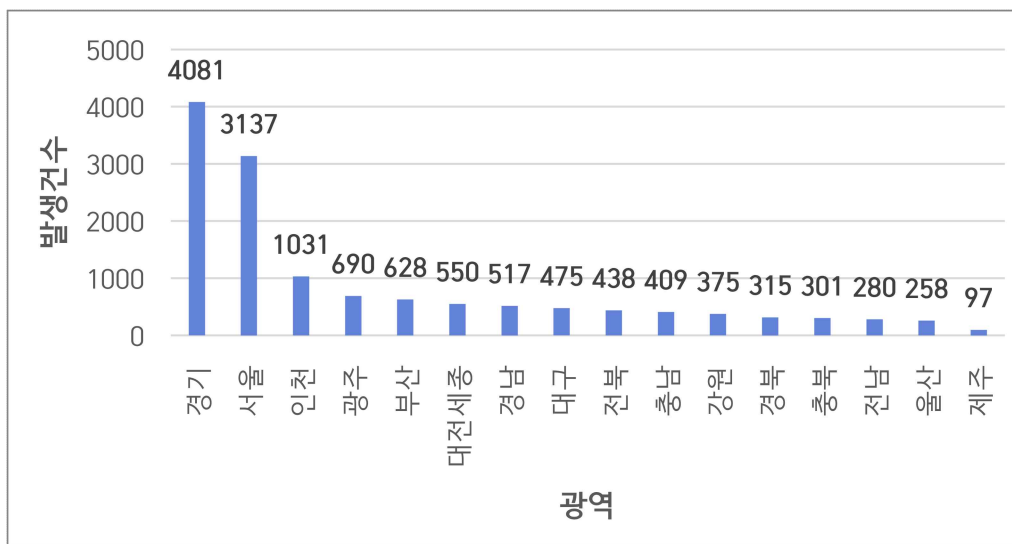
- 연도별 이륜차 산업재해 건수는 2015년 1,729건 발생 이후 점차 줄고 있다.
- 하지만, 음식 배달 업무 산업재해가 도소매·음식·숙박업에서 타업종으로 변경되어 집계되기 때문에 줄고 있는 사례로 보인다.



[그림 III-74] 연도별 이륜차 사고 발생건수

(2) 지역별 이륜차 사고

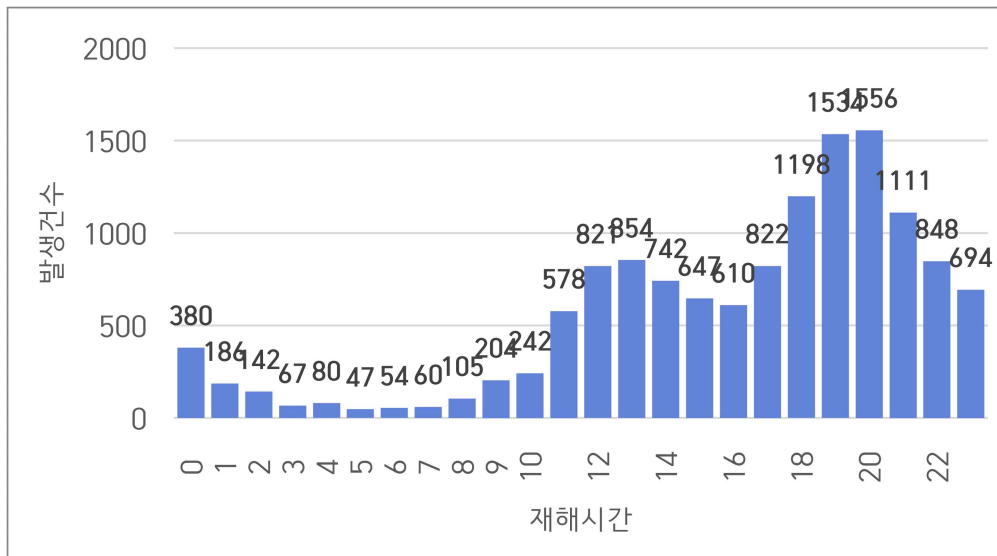
- 이륜차 산업재해 발생건수는 경기 지역에서 가장 많이 발생했으며, 서울, 인천 순이었다.
- 이는 인구가 많이 분포한 곳에서 배달 주문이 많으며, 그에 따라 산업재해도 많이 발생한 것으로 보인다.



[그림 III-75] 지역별 이륜차 사고 발생건수

(3) 시간대별 이륜차 사고

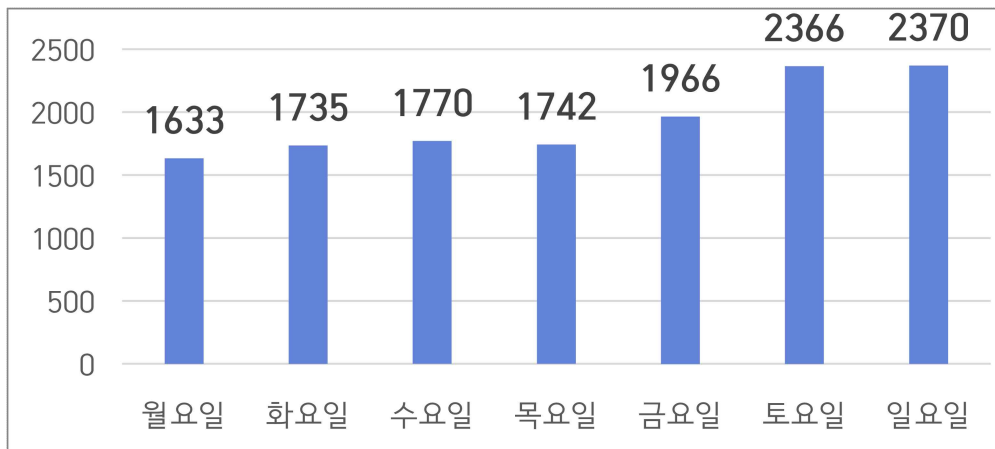
- 재해시간별 이륜차 산업재해 발생 건수는 저녁 시간인 18시부터 20시까지 많이 발생했다.
- 새벽 및 오전 시간에는 적은 수의 산업재해가 발생했으며, 음식점이 배달을 하는 21시부터 24시까지도 비교적 많은 산업재해가 발생했다.



[그림 III-76] 시간대별 이륜차 사고 발생건수

(4) 요일별 이륜차 사고

- 요일별 산업재해는 주중과 주말의 차이를 보임. 주중에는 큰 차이 없이 약 1,700건의 산업재해가 발생한 반면, 주말에는 1.5배수인 약 2,360건의 산업재해가 발생했다.
- 이는 주말에 점심시간에도 배달을 통한 사고가 많으며, 주말에 통행량이 많아져 사고 발생 위험도가 상승했기 때문으로 보인다.



[그림 III-77] 요일별 이륜차 사고 발생건수

(5) 요일과 시간에 따른 이륜차 사고

- 요일과 재해시간을 교차분석 수행한 결과, 19시, 20시는 요일에 상관없이 이륜차 산업재해가 발생했으며, 금요일부터 일요일까지는 길어진 저녁 시간대(17시~22시)에 산업재해가 많이 발생했다.
- 또한, 앞에서 언급한 것처럼 주말 점심시간(12~14시)에도 많은 산업재해가 발생했다.

	월요일	화요일	수요일	목요일	금요일	토요일	일요일
0	44	52	53	55	50	60	66
1	20	28	19	28	17	36	38
2	22	13	16	18	22	22	29
3	13	4	4	9	9	14	14
4	9	6	17	6	12	11	19
5	8	9	7	4	6	9	4
6	4	12	8	8	5	10	7
7	6	6	13	11	6	10	8
8	22	13	12	13	17	12	16
9	35	26	32	26	28	26	31
10	29	24	34	32	32	41	50
11	68	71	89	83	66	107	94
12	104	121	102	99	110	151	134
13	116	110	102	92	120	165	149
14	83	74	85	86	89	156	169
15	78	70	84	63	97	131	124
16	73	65	74	75	77	113	133
17	96	96	97	102	112	138	181
18	131	176	154	160	153	204	220
19	166	182	211	222	235	249	269
20	201	217	209	200	239	228	262
21	110	151	145	146	192	219	148
22	98	120	121	117	159	123	110
23	97	89	82	87	113	131	95

[그림 III-78] 요일과 시간에 따른 이륜차 사고 발생건수

(6) LLM 기반의 재해개요 분석

- LLM을 통해 확인한 이륜차 산업재해에서 시인성과 관련된 대표 키워드 (25건)는 아래와 같다.

〈표 III-27〉 LLM을 통해 확인한 시인성과 관련된 대표 키워드

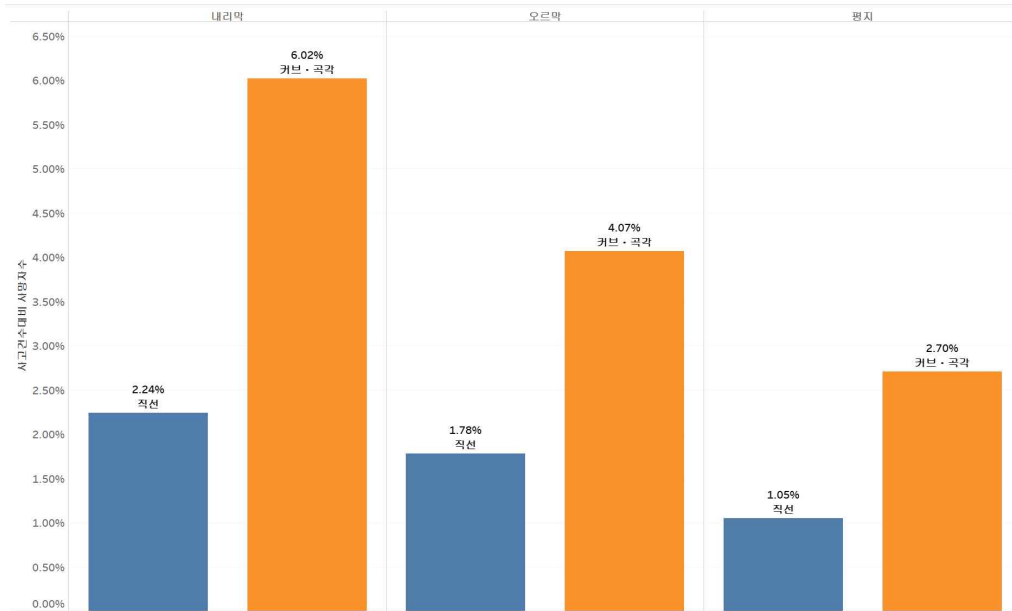
대표 키워드		
1) 보지 못하고	2) 발견하지 못하고	3) 시야에 들어오지 않아
4) 인식하지 못하고	5) 시야 확보가 어려워	6) 시야가 가려져
7) 시야에 방해가 되어	8) 미처 보지 못해	9) 빛 반사로 인해
10) 어두운 환경에서	11) 시야가 어두워	12) 시야에 장애물이 있어
13) 갑자기 나타나	14) 시야에 방해물	15) 차량에 가려져
16) 불투명한 시야	17) 사각지대에 있어	18) 충분히 볼 수 없어서
19) 눈에 띄지 않아	20) 시야 내 확인 불가	21) 시야 확보 부족
22) 빛이 반사되어	23) 어두운 상태에서	24) 시야 범위 밖에 있어
25) 조명이 부족해		

- 이륜차 산업재해 재해개요의 내용 중에 위 표에서 언급한 키워드가 포함된 건수는 332건이었다.
- 아래 표는 위의 대표 키워드로 추출된 재해개요 예시를 보여준다.

〈표 III-28〉 대표 키워드로 추출된 재해개요 예시

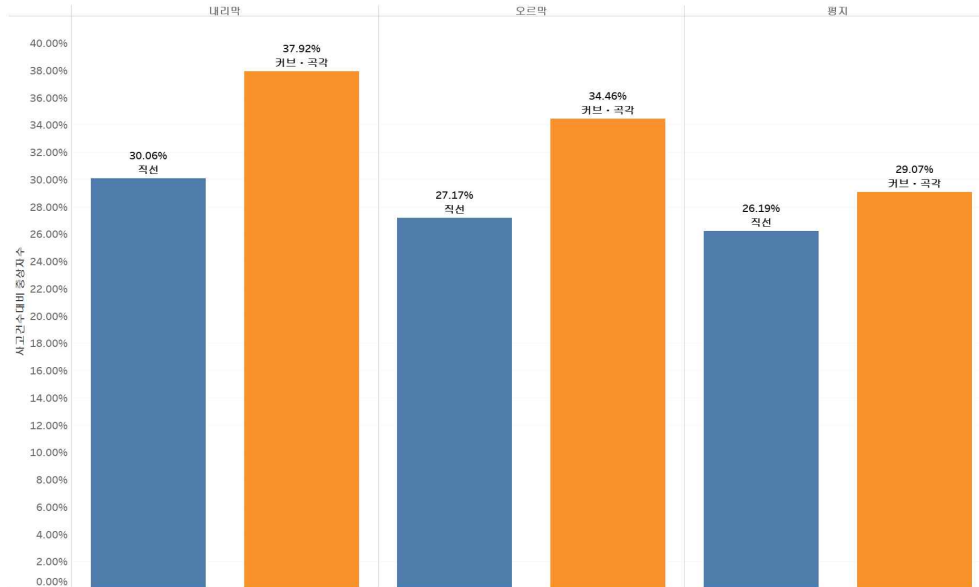
No.	재해개요 예시
1	오토바이를 이용하여 배달 후 복귀 중 공주시 산성동 차로에서 좌회전 정차 중인 차량을 미처 발견하지 못하고 정차 중인 승용차 후미를 추돌함
2	2011.12.20일 사업장에 출근하여 근무를 하던 중 하남공단 거래처에서 음식배달 후 사업장으로 돌아오던 중에 대반초교 앞 사거리에서 정차에 있던 앞차량을 보지 못하고 후미에서 추돌하였습니다. 그 후 119로 후송되어 광산구 우산동 소재 호남병원에 입원하여 수술치료 중입니다
3	2012. 6. 28. 17시경 야사동에 위치한 오휘 화장품으로 떡볶이 배달을 가기 위해 사업장 소유 오토바이를 타고 가게를 나서 출발하는데 횡단보도를 급히 뛰어가는 여학생을 발견하지 못하고 뒤늦게 피하려다가 단독으로 오토바이와 함께 미끄러지면서 다침. 별거 아니라 여기고 약국에서 비상약 구입 후 처치 하였으나, 사고 당일 밤에 무릎부위가 많이 부어서 다음날 병원에 내원하여 치료함
4	출근하여 배달을 몇군데 갔다온 후 다시 명지아파트로 배달가다가 19:30경 1차로 우회전 길에 이르러 우회전하는 상대편 차량을 미처 발견하지 못하고 오토바이 전면 부분으로 상대편 차량 뒷 휠다를 충격한 사고임.
5	재해자가 오토바이를 타고 배달을 하는 과정에서 나누리병원 쪽으로 시속 20km의 속도로 우회전 을 하던 중 횡단보도에서 횡단하던 사람을 발견하지 못하고 충격한 교통사고임

- 위에서 언급한 재해개요 건수를 살펴보면, 좌회전 혹은 우회전 도중에 사고가 발생한 건수가 많이 있었다.
- 좌회전 사고건수는 51건이었으며, 우회전 사고건수는 18건이었다.
- 이륜차가 도로 주행에 있어서 좌회전과 우회전이 사고에 취약함을 알 수 있다.
- 한국도로교통공단의 도로환경관련-도로선형별 교통사고 현황을 살펴보면 (2002년, 전체 사고건수 19,264), 직선도로보다 곡선도로에서 2~3배 정도 더 많은 사망자가 발생하는 것을 볼 수 있다.



[그림 III-79] 사고건수 대비 사망자수 비율 - 2023년도 도로교통공단
도로선형별 교통사고 통계

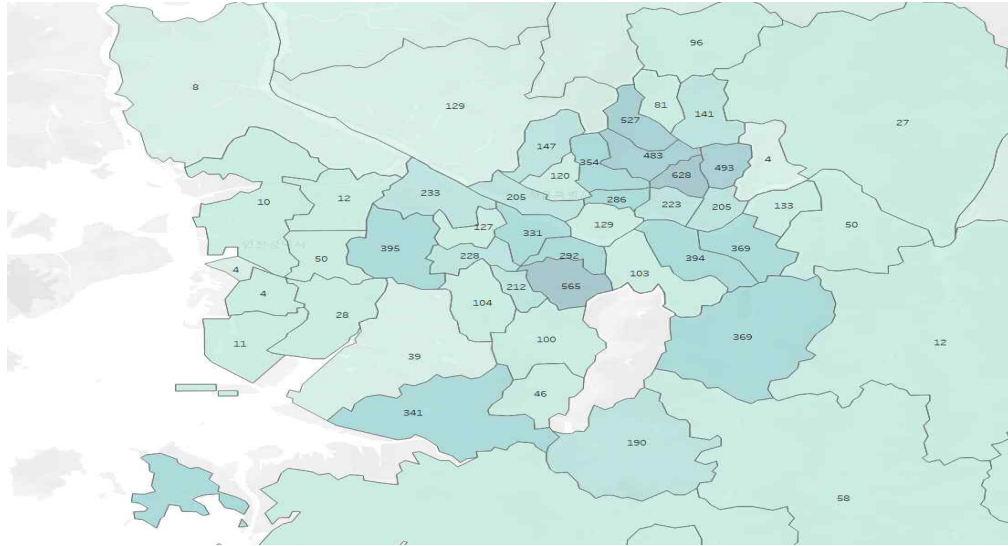
- 또한, 사고건수 대비 중상자 수 역시 직선보다 곡선에서 3%~7% 정도 더 많은 것을 볼 수 있다.
- 그래프를 확인하면, 직선도로보다 곡선(좌회전 및 우회전)이 증대한 사고 상황을 알 수 있다.



[그림 III-80] 사고건수 대비 중상자수 비율 - 2023년도 도로교통공단
도로선형별 교통사고 통계

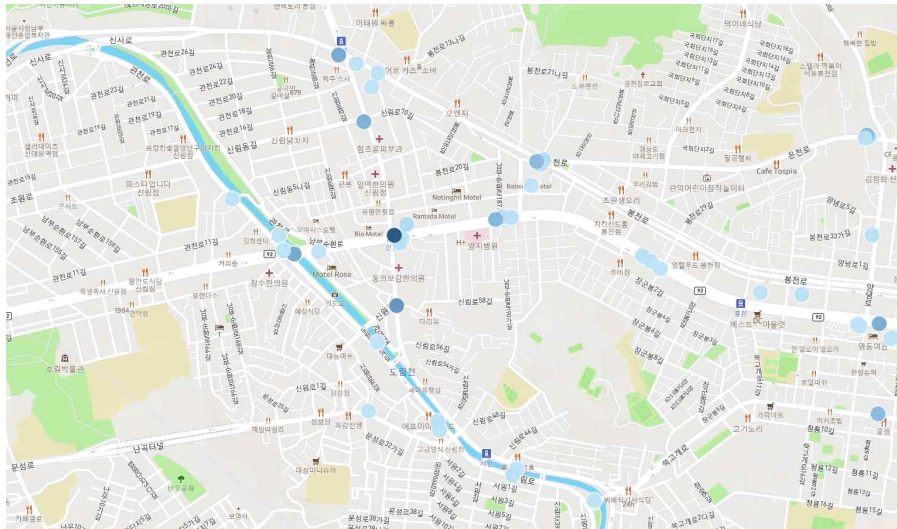
(7) 이륜차 사고 다발지역 가시화

- 그림은 도로교통공단에서 제공하는 2019년부터 2023년까지 이륜차 교통 사고 다발지역을 지도로 도식화한 것이다.
- 숫자는 사고건수를 의미하고, 색상이 짙을수록 사고가 많이 발생한 지역이다.
- 그림은 도로교통공단에서 제공하는 2019년부터 2023년까지 이륜차 교통 사고 다발지역을 시/군/구 단위로 가시화한 것이다.
- 특히 사고가 많이 발생하는 수도권 지역은 확대하였으며, 사고가 많이 발생하는 지역은 동대문구(628건), 관악구(565건), 강북구(527건), 성북구(483건), 중랑구(493건) 순서로 대부분 서울 외곽지역이었으며, 도로가 복잡한 곳이었다.

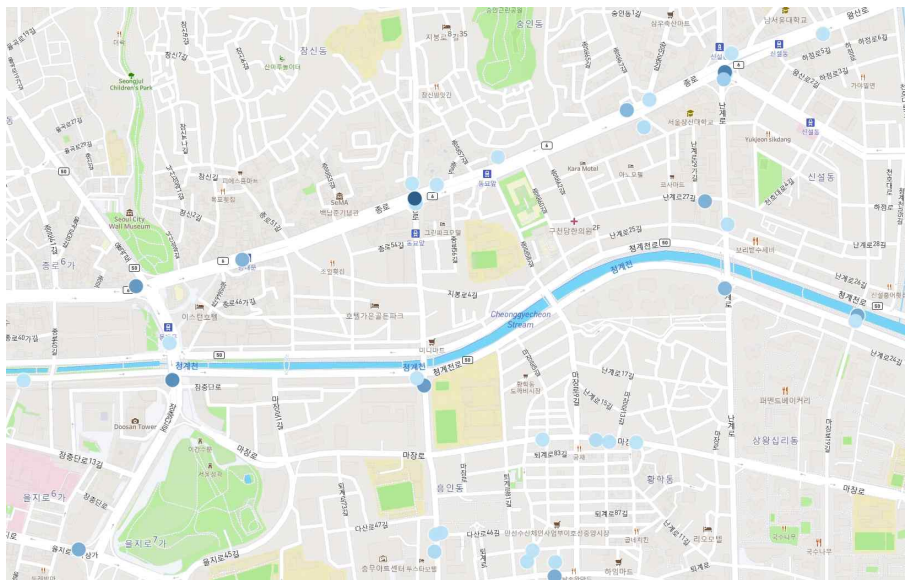


[그림 III-83] 이륜차 교통사고 수도권 다발지역 (시/군/구) - 사고건수

- 특히 사고가 많이 발생하는 수도권 지역은 확대하였으며, 사고가 많이 발생하는 지역은 큰 도로와 교차로 지점이다.



[그림 III-84] 이륜차 교통사고 다발지역 (관악구) - 사고건수



[그림 III-85] 이륜차 교통사고 다발지역 (동대문구) - 사고건수

2) 이륜차 산업재해 데이터 분석(추가 데이터 기반)

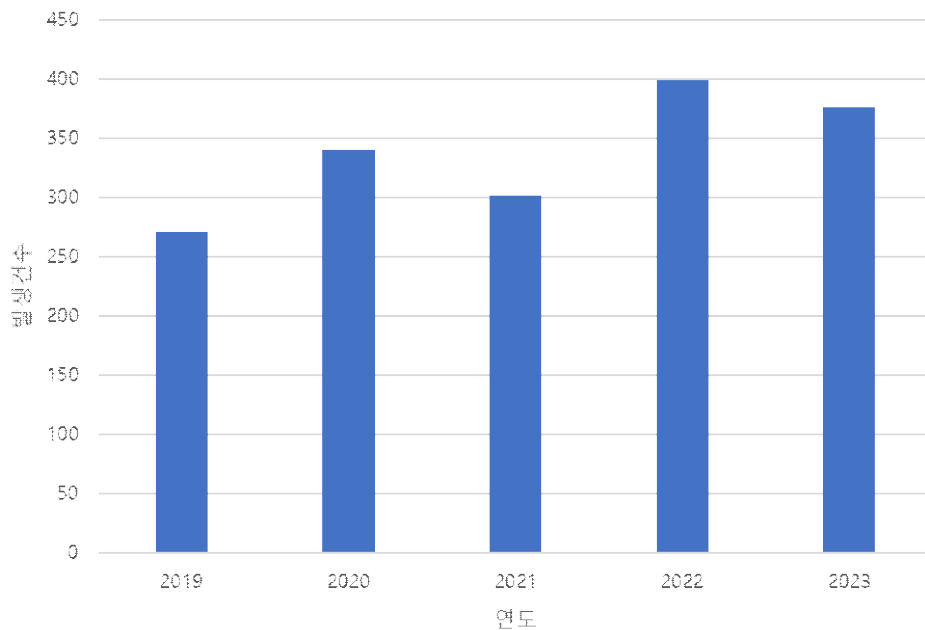
2.1) 분석 데이터 및 분석 방법

- 2019년부터 2023년까지 차 산업재해 데이터(22,213건)를 대상으로 분석하였다. 그 중에서 본 연구의 목적에 맞게 이륜차와 관련된 산업재해 데이터(1,688건)를 바탕으로 분석하였다.
- 위 기간 중 데이터를 활용하여 연도별, 요일별, 소업종, 작업지역공정을 대상으로 통계 분석했다.
- 연도별, 요일별, 업종별, 작업지역별 기술통계를 실시하였다.
- 재해개요에 기록된 사고유형 및 원인에 대한 문맥을 LLM(Large Language Models) 기반의 자연어 처리 기법을 활용하여 분석하였다.

2.2) 분석 결과

(1) 연도별 이륜차 사고

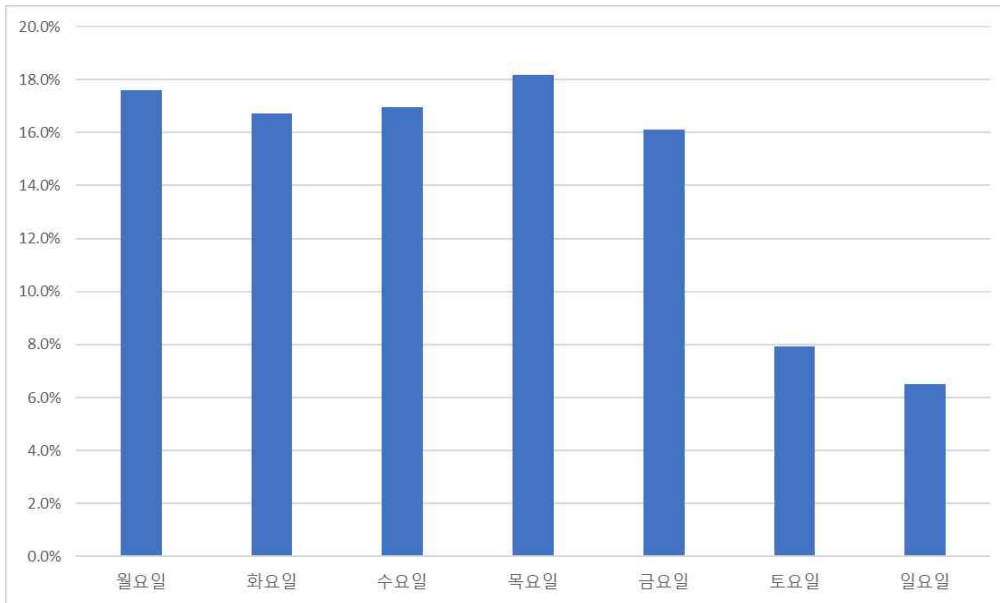
- 연도별 이륜차 산업재해 건수는 코로나 시기 이후 배달 건수가 늘어나면서 점차 증가하고 있는 추세다.



[그림 III-86] 연도별 이륜차 사고 발생건수

(2) 요일별 이륜차 사고

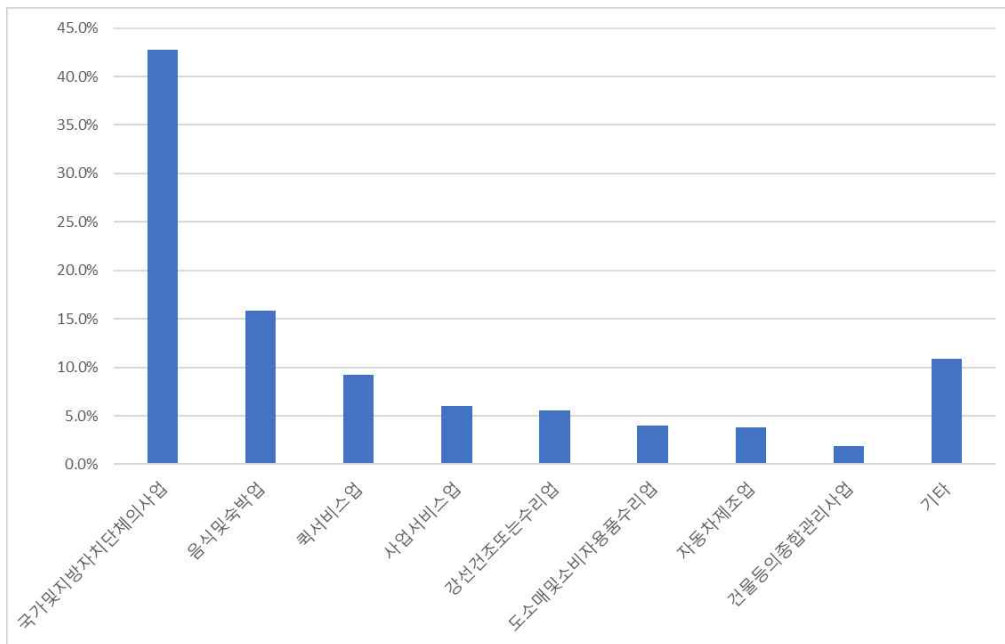
- 요일별 이륜차 산업재해 건수는 주말에 급격히 줄어드는 것을 볼 수 있는데, 이는 이륜차 산업재해가 도소매음식업뿐만 아니라 배달원과 같은 국가 및 지방자치단체의 사업도 포함하고 있기에 주말에 사고가 줄어드는 것을 볼 수 있다.



[그림 III-87] 요일별 이륜차 발생건수

(3) 소업종별 이륜차 사고

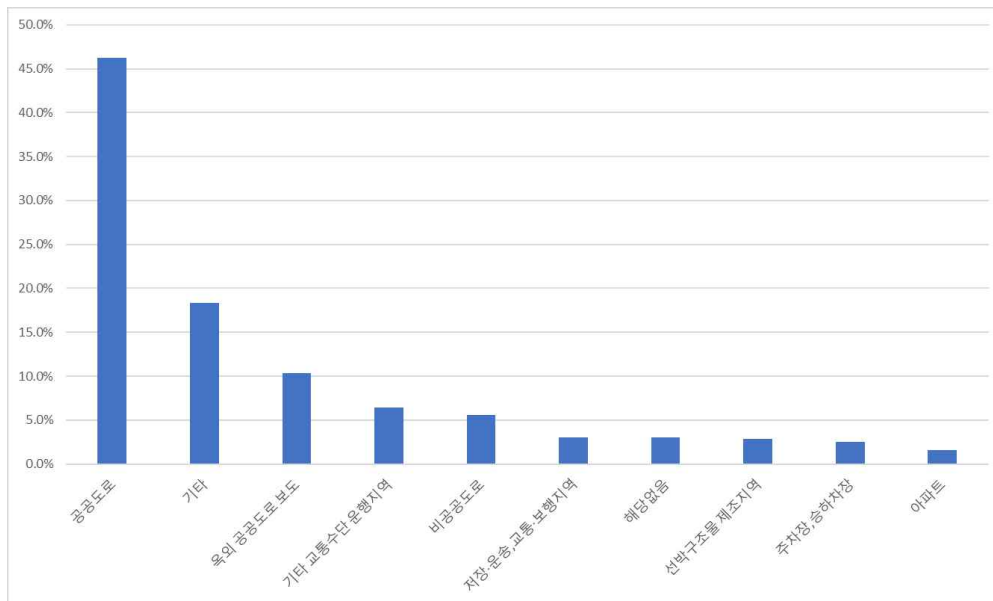
- 소업종에 따른 이륜차 산업재해는 국가 및 지방자치단체의 사업에 의한 산업재해가 많으며, 음식 및 숙박업, 퀵서비스업 순서다.
- 이는 우편 배달원, 음식 배달원이 사고를 자주 발생시키거나 당하는 것으로 생각될 수 있다.



[그림 III-88] 소업종별 이륜차 사고 발생건수

(4) 작업지역별 이륜차 사고

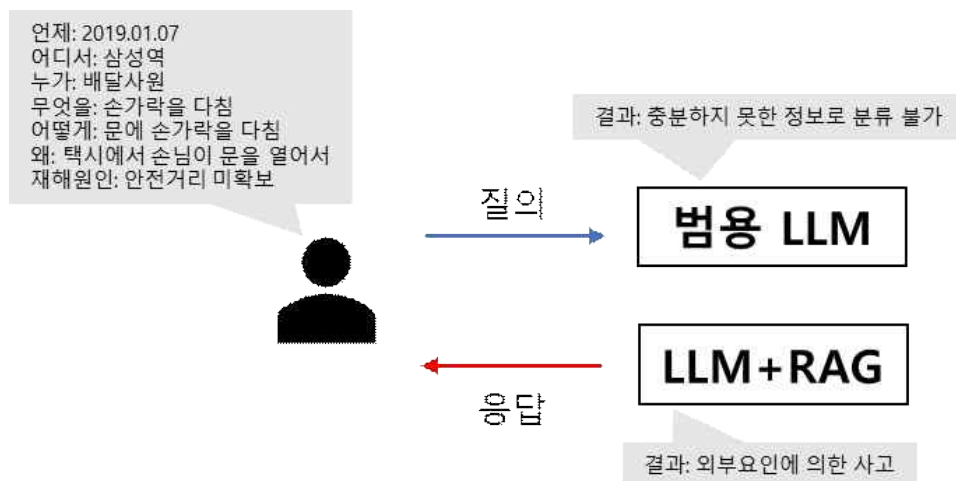
- 작업지역공정에 따른 이륜차 산업재해는 대부분의 도로에 속하는 공공 도로에서 가장 많이 발생했다.
- 이외에는 옥외 공공도로 보도, 기타 교통수단 운행지역에서도 많은 산업 재해가 발생한다.



[그림 III-89] 작업지역별 이륜차 사고 발생건수

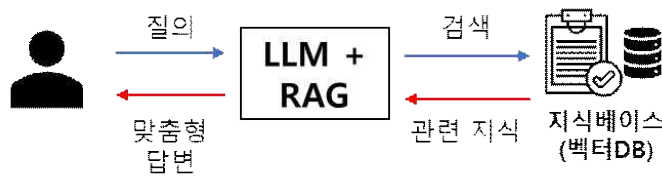
(5) LLM 기반의 재해개요 분석

- 대형언어모델(LLM)을 활용하여 재해개요 데이터(발생일시, 어디서, 누가, 무엇을, 어떻게, 왜, 재해발생원인)를 전달한 후, 사고원인이 이륜차 운전자에게 있는지 아니면 제 3자에게 있는지 분류하였다.
- 범용성 있는 LLM(GPT-4)에 산업재해 전문지식을 학습시키기 위해 산업재해 데이터를 벡터 데이터베이스화한 후 LLM에 전달하여 검색 증강 생성(RAG)을 하였다.
- 검색 증강 생성된 LLM 모델은 Raw LLM 모델보다 산업재해에 대한 지식이 뛰어나 이륜차 사고에 대해 분석 결과가 우수하였다.
- 아래 그림은 LLM을 활용한 산업재해 분류 방법에 대한 소개를 하고 있다. 범용 LLM은 재해개요를 전달했음에도 산업재해 정보가 학습되지 않아 분류에 성공하지 못한 결과를 보여주지만, RAG를 결합한 LLM은 산업재해 정보를 학습하여 적절한 답변을 하였다.



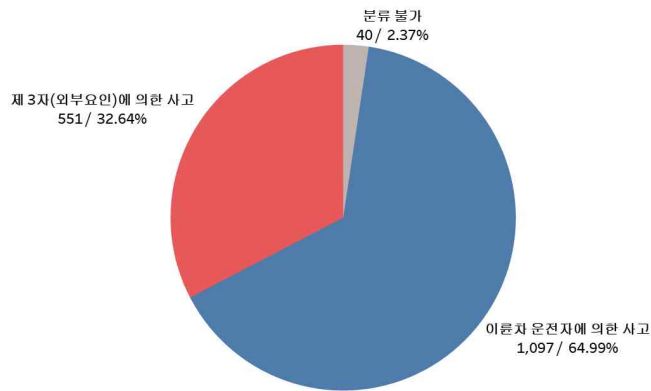
[그림 III-90] LLM을 활용한 산업재해 분류 방법

- 아래 그림은 LLM과 RAG를 결합하였을 때, LLM의 프로세스를 간략히 보여준다. 일반적인 LLM과 달리 RAG는 지식베이스를 벡터 DB화하여 LLM에 질문했을 때, 질의와 가장 유사한 관련 지식을 찾아 LLM에 전달하여 맞춤형 답변을 할 수 있도록 지식을 지원한다.



[그림 III-91] RAG를 결합한 맞춤형 LLM

- 앞에서 언급한 것처럼, 전체 자동차에 의한 산업재해 수는 22,213건이며 이 중에서 이륜차와 관련이 있는 산업재해 수는 7.6%에 해당하는 1,688건이다.
- 본 용역에서는 이륜차 운전자에 의한 사고 (운전 미숙, 교통법규 미이행, 본인 시인성 부족)과 제 3자에 의한 사고 (제 3자가 이륜차 운전자를 보지 못하고 사고 발생)으로 분류하였다.
- 아래 그림에서 볼 수 있듯이, LLM과 RAG를 활용하여 분류한 이륜차 산업재해는 이륜차 운전자에 의한 사고가 65.0% (1,097건)이며, 제 3자에 의한 사고는 32.6% (551건)으로 나뉠 수 있다.



[그림 III-92] LLM+RAG 모델을 활용하여 이륜차 사고원인 대분류 결과

- LLM을 통해 사고의 주체가 누구인지 분석하였다. 하지만 사고원인에 대한 자세한 분석이 부족하여 LLM+RAG 모델에 사고원인에 대해 추가 질의를 하였다.

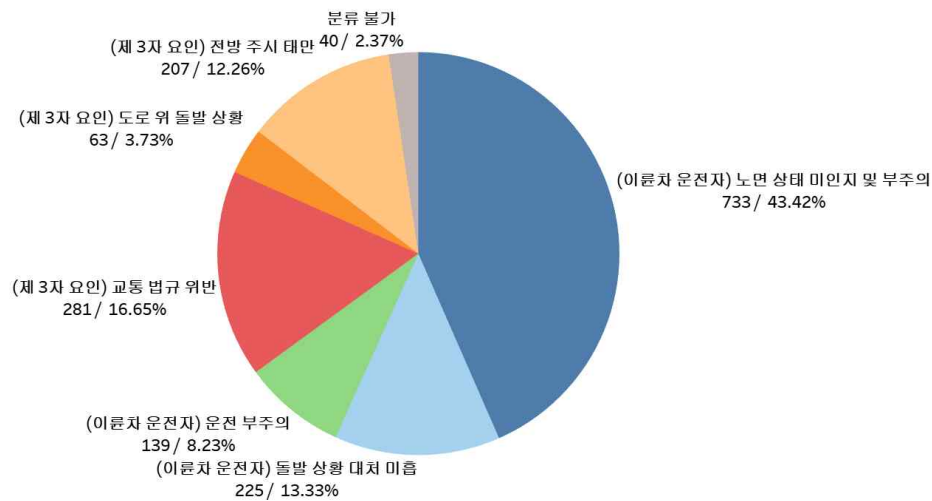
<표 III-29> LLM+RAG 분석의 결과

1. 이륜차 운전자에 의한 사고	
a. 노면 상태 미인지 및 부주의	
사고 설명: 어두운 환경, 기상 악화, 또는 전방 주시 미흡으로 인해 시야를 제대로 확보하지 못해 발생한 사고	
예시	"야간 시야 미확보로 인한 사고" "택시를 피하려다가 시야 확보가 부족하여 충돌" "갑작스러운 고양이 출현을 피하려다 사고 발생" "빗길에서 도로 페인트 부분을 밟고 미끄러짐" "교차로에서 차량이 갑자기 튀어나와 미처 인식하지 못하고 사고 발생"
b. 운전 부주의	
사고 설명: 운전자의 주의 부족이나 운전 미숙으로 인해 발생한 사고	
예시	"운전 부주의로 인해 미끄러짐"

	"이륜차 탑승 중 시동 꺼짐으로 인해 넘어짐" "오토바이 무게중심을 잃고 넘어짐" "도로방지턱을 넘다가 집중하지 못해 사고" "전방 주시 태만으로 인한 사고" "주소를 몰라 잠시 네비게이션을 사용하다 사고 발생"
c. 돌발 상황 대처 미흡	
사고 설명: 운전자의 주의 부족이나 운전 미숙으로 인해 발생한 사고	
예시	"갑작스러운 보행자 출현으로 회피하다가 넘어짐" "길을 건너던 동물을 피하려다 사고 발생" "도로에 떨어진 물건을 피하려다 중심을 잃고 넘어짐"
2. 제 3자(외부요인)에 의한 사고	
a. 교통법규 위반	
사고 설명: 다른 차량이 신호 위반이나 불법 유턴을 하여 이륜차와 충돌한 경우	
예시	"다른 차량이 신호 위반으로 이륜차와 충돌" "불법 유턴하던 차량과 이륜차가 충돌" "상대방 차량의 불법 좌회전으로 인한 사고"
b. 전방 주시 태만	
사고 설명: 다른 운전자가 이륜차를 인지하지 못하고 추돌하거나 측면에서 충돌한 경우	
예시	"'뒤에서 오던 차량이 이륜차를 추돌" "'옆 차선 차량이 이륜차를 보지 못하고 차선 변경하여 충돌" "'주차된 차량이 후진하며 이륜차를 충돌"
c. 도로 위 돌발 상황	
사고 설명: 보행자나 다른 차량이 갑자기 이륜차의 진행 경로에 진입하여 사고가 발생한 경우	
예시	"보행자가 갑자기 도로에 뛰어들어 충돌 발생" "주차된 차량의 문이 갑자기 열려 이륜차와 충돌" "도로에 갑자기 나타난 차량을 피하려다 사고 발생"

- 위 표에서 볼 수 있듯이 이륜차 산업재해는 총 6가지 형태로 분류할 수 있다.
- 이 중에서 제 3자에 의한 사고는 제 3자가 이륜차 운전자를 발견하지 못하고 발생한 사고를 포함하고 있다.

- 위 방법은 단순히 시인성과 관련된 키워드가 포함된 재해개요를 분류하는 것이 아닌 RAG를 통해 재해개요를 학습한 LLM을 활용하여 문맥을 파악하고 시인성과 관련된 재해개요를 찾는 것이다.
- 그 결과 “시야 미확보”, “시야 확보 불가”와 같은 일반적인 재해개요에 포함되지 않는 키워드도 시인성과 관련된 사고로 분류할 수 있다.



[그림 III-93] LLM+RAG 모델을 활용하여 이륜차 사고원인 대분류 결과

- 위 그림은 앞서 이륜차 사고원인 대분류 결과를 바탕으로 세부 원인을 추가로 분석한 결과를 보여준다.
- 가장 큰 원인은 노면 상태 미인지 및 부주의로 733건 (43.42%)이었으며, 제 3자 요인으로는 상대방 차량이 교통법규 위반으로 281건 (16.65%)이었다.
- 그 중에서 제 3자가 전방 주시 태만과 도로 위 돌발 상황을 합친 사고는 270건(16%)으로 외부 시인성에 의한 사고 비중도 높았다.

3. 시인성 관련 설문조사 요인 도출 및 효과성 분석 방법론

1) 설문조사 요인 도출

- 시인성 관련 설문조사 요인 도출은 근로자의 특성 요인, 산업현장의 시인성 적용 필요성, 법/기준/규정 등의 인식 정도, 물리적 요인, 환경적 요인 등을 포함하였다.
- 해당 항목과 세부요인은 문헌조사를 기반으로 시인성 관련 연구에서 가장 빈번하고 중요도가 높다고 판단되는 항목과 요인들을 추출한 것이다.

〈표 III-30〉 설문조사 해당 항목 및 세부요인

항목	세부 요인
사용자 관련 요인 [박희성, 2015]	<ul style="list-style-type: none"> - 연령 - 시력 상태 - 피로도 - 읽기 습관/경험 - 모국어/언어 능력
시인성 적용 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 산업현장의 시인성 적용 필요성 - 산업현장의 시인성 부족으로 인한 문제 - 산업현장의 시인성 관련 사고 -
법, 기준, 규정 등 인식 요인 [박진숙, 2008; Caffaro, 2015; Ali, Shaikh, 2023]	<ul style="list-style-type: none"> - 법적 색상 기준에 대한 인식도 - 기준, 규정 등에 대한 인식도 - 산업현장 법/기준/규정 적용 현황 -
물리적 요인 [Porathe, Strand, 2011;	<ul style="list-style-type: none"> - 주간/야간 상황, 실내/실외 등 - 주간/야간 상황에 대한 Background/figure 구성

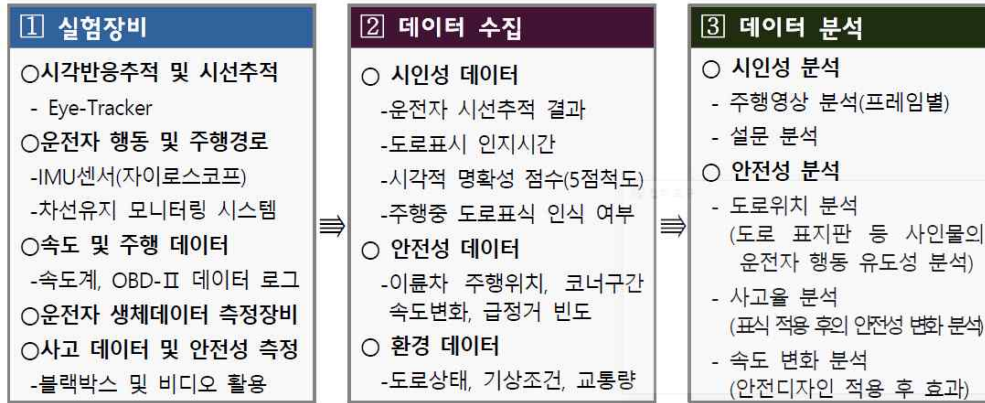
<p>Wilms, Oberfeld, 2018; Yi, Kim, 2012; Chung, Yu, 2021; Bullough, 2017; Ram, Bhardwaj, 2018]</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 색상 - 글자 크기 - 글자체/서체 - 글자 간격 - 줄 간격 - 대비(텍스트와 배경색의 명도 차이) - 조명 조건
<p>환경적 요인 [Tai, 2016; 이선구, 2023; Shieh, 1997]</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 읽기 거리 - 주변 조도 - 디스플레이 종류 (디지털/인쇄물) - 읽는 자세/각도 - 주변 소음/방해 요소

2) 효과성 분석 방법론

- 시인성 적용에 대한 효과성 검증은 1) 제 3자 시점에서의 이륜차 시인성 확보와 2) 이륜차 운전자 시점에서 도로 환경의 시인성 확보 측면으로 구분하여 수행할 수 있다.
- 1) 제 3자 시점에서의 이륜차 시인성 확보는 이륜차가 식별되지 않아 타 차량 등에 의해 사고를 당하는 경우를 의미한다.
- 2) 이륜차 운전자 시점에서 도로 환경의 시인성 확보는 도로 상황 등을 잘 인식하지 못하여 사고가 나는 경우를 의미한다.
- 이를 통해 이륜차의 시인성을 개선해 안전성을 강화하고, 도로 환경에서 이륜차가 다른 교통 요소와 잘 어우러질 수 있도록 할 수 있다.

구분	1) 제3자 시점에서의 이륜차 시인성 확보	2) 이륜차 운전자 시점에서 도로 환경의 시인성 확보
컨셉		
실험방법	○ 일반 운전자의 위치에서 실험장비를 설치하여 대상물(이륜차) 관찰 - 안구 움직임 시간 시선과 행동 변화 분석	○ 라이더의 헬멧에 Eye-tracker를 설치 및 도로 상황 파악 여부 확인 ○ 설문조사 병행
실험내용	○ 고시인성 디자인 적용 전후 비교 - 고시인성 의복 對 일반 의복 - 고시인성 번호판 對 표식 적용	○ 도로의 구조물 및 사인물 파악 여부 ○ 주행데이터 파악

[그림 III-94] 이륜차 시인성 효과성 분석



[그림 III-95] 이륜차 시인성 효과성 분석을 위한 장비, 데이터, 분석 예시

2.1) 제3자 시점에서의 이륜차 시인성 확보 효과성 검증

(1) 실제 도로 주행 및 통제 도로 실험

- 실험 목적: 보행자 및 타 차량 운전자들이 이륜차의 존재를 얼마나 잘 인지할 수 있는지, 이륜차와의 거리 및 상대적 속도를 얼마나 정확히 파악할 수 있는지를 평가하는 것이다.
- 실험 대상: 이륜차와 함께 도로를 공유하는 보행자와 타 차량 운전자를 대상으로 실험군과 통제군을 설정하여 비교한다. 예를 들어, 이륜차의 시인성을 높이기 위해 조명, 반사 테이프, 깃발 등 다양한 시각적 장치를 부착하여 실험한다.

가) 데이터 수집

- 시각적 인식 데이터
 - 인지 시간: 보행자와 타 차량 운전자들이 이륜차를 처음으로 인식하는 데 걸리는 시간. 이륜차가 보행자 및 차량 운전자의 시야에 들어오는 시점부터 이륜차를 명확히 인지하는 시점까지 측정한다.
 - 인지 거리: 보행자와 차량 운전자가 이륜차를 처음 인지할 때의 거리. 이 거리를 측정하여 인지 거리가 얼마나 증가하는지를 비교 분석한다.
 - 반응 시간: 이륜차가 가까워지거나 주행속도가 빨라질 때, 보행자나 차량 운전자가 반응하는 시간을 기록하여 위험 상황에서의 대응 시간을 분석한다.
- 환경 변수 데이터
 - 날씨와 시간대: 낮과 밤, 그리고 다양한 날씨 조건에서 실험을 반복하여 주변 환경이 시인성에 미치는 영향을 분석한다.
 - 도로 유형과 교통 밀도: 고속도로, 일반 도로, 좁은 골목길 등에서 실험을 수행하여 각 도로 조건에서 이륜차의 시인성이 어떻게 변하는지를 파악한다.

나) 실험 장비

- 시선 추적 장비: 보행자나 차량 운전자의 시선을 추적하여 이륜차를 바라보는 빈도와 고정 시간을 측정한다.
- 본 비디오 녹화 장치: 차량 내부나 보행자 관점에서 이륜차의 움직임을 기록할 수 있는 카메라 장비를 설치해, 실제 주행 환경에서 이륜차의 인식 여부를 확인한다.
- 교통 및 도로 상황 모니터링 장비: 도로 주변 환경에서 이륜차가 어디에 위치하는지, 얼마나 잘 보이는지를 측정하는 장비이다. (예: 레이더, LiDAR 등)

다) 데이터 분석 방법

- 인지율 분석: 보행자나 타 차량 운전자가 이륜차를 처음 인식하는 확률을 분석한다. 이때 날씨, 시간대, 도로 조건에 따른 변화를 비교 분석하는 것이다.
- 반응 시간과 거리 분석: 보행자 및 타 차량 운전자가 이륜차의 접근에 얼마나 빨리 반응하는지, 이륜차와의 안전거리를 유지하는지 평가한다.
- 시각적 명확성 평가: 시선 추적 데이터를 통해 보행자 및 타 차량 운전자의 시선이 이륜차에 얼마나 자주 고정되는지, 주변 시야에 포함되는 빈도를 분석하여 시각적 명확성을 평가한다.

	Black	White	Vest ¹⁾	Vest ²⁾
Fabric (%)	cotton, 100	cotton, 100	PET, 100	PET, 100

	Black	White	Vest ¹⁾	Vest ²⁾
Mean	46.0	61.5	110.4	156.2
(SD)	(13.7)	(18.0)	(22.6)	(30.9)

Vest¹⁾ Non-certified vest, Vest²⁾ ISO 20471 certified high-visibility vest
 Vest¹⁾ Non-certified vest, Vest²⁾ ISO 20471 certified high-visibility vest

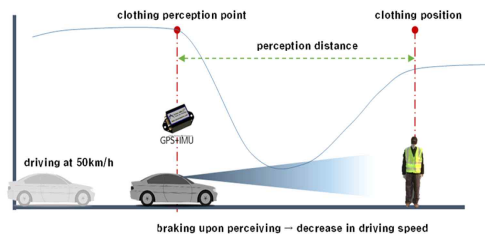
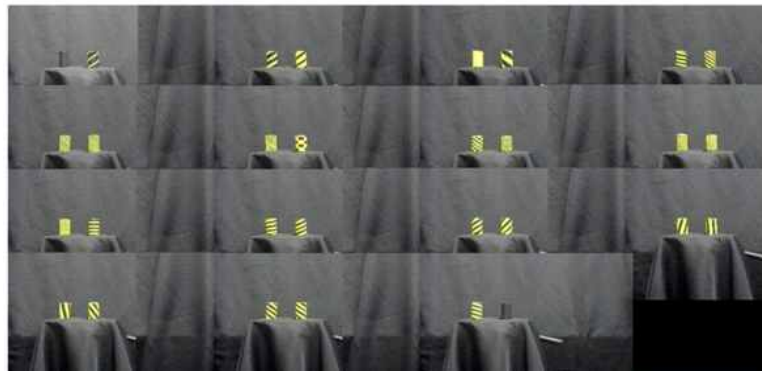


Fig. 1. Experimental condition for perception distance.



[그림 III-96] 실험 예시

(2) 시뮬레이션 기반 실험

가) 연구 설계: VR/AR 환경에서의 가상 시뮬레이션

- 실험 목적: 보행자 및 타 차량 운전자가 가상 환경에서 이륜차를 얼마나 빨리 인지하는지 평가한다. 또한, 이륜차와의 상호작용이 필요한 상황에서 어떻게 반응하는지를 파악하는 것이다.
- 대상 집단: 보행자와 차량 운전자 역할을 수행하는 피험자들을 모집하고, 가상 환경에서 이륜차와의 상호작용을 경험하게 제공한다.

나) 실험 장비 및 환경

- 가상 현실 장비: VR 헤드셋을 통해 피험자에게 다양한 도로 상황을 시각적으로 제공한다. 이를 통해 낮/밤, 복잡한 교통 상황 등 현실과 유사한 조건에서 이륜차 인식 실험을 수행한다.
- 시선 추적 및 반응 시간 측정 장비: VR 환경 내에서 시선 추적 장치를 이용해 피험자가 이륜차를 인식하는 시점과 반응 시간을 측정한다.

다) 데이터 분석 방법

- 시각적 인지율 분석: 피험자가 가상 환경 내에서 이륜차를 얼마나 자주 인지하는지를 기록하고, 이륜차의 시각적 특징(색상, 크기, 조명 등)이 인지율에 미치는 영향을 분석한다.
- 안전거리 및 반응 시간 분석: 피험자가 이륜차와의 거리를 얼마나 잘 유지하는지, 위험한 상황에서 적절히 반응하는지를 평가한다.
- 통계적 분석: ANOVA 등 통계 기법을 사용하여 환경조건, 이륜차의 시각적 요소, 보행자 및 타 차량 운전자의 인식률과 반응 시간에 대한 차이를 비교 분석한다.

2.2) 이륜차 운전자 시점에서 도로 환경의 시인성 효과성 검증

(1) 시뮬레이션 기반 실험

가) 실험 목적

- 이륜차 운전자의 시인성과 안전성 향상을 위해 도로 표식의 효과를 평가하고, 운전 중 도로 표식을 인지하는 데 소요되는 시간과 그 명확성을 분석하는 것을 목적으로 한다.

나) 실험 대상

- 대상 집단: 이륜차 운전자를 모집하여 다양한 경험 수준(초보, 중급, 고급)에 따른 그룹을 구성
- 참여자 수: 최소 30명 이상을 목표로 하여 통계적 유의성을 확보

다) 실험 장비 및 환경

- 시뮬레이터: 이륜차 주행 시뮬레이터를 이용하여 가상의 도로 환경을 재현한다. 예: VR 기반의 이륜차 시뮬레이터
- 시각 추적 장비: 운전자의 시선을 추적하기 위해 Tobii Eye Tracker 또는 Gazepoint GP3를 사용한다.
- 주행 데이터 기록 장치: 실험 중 운전자의 속도, 가속도, 경로 등을 기록하기 위한 IMU 센서 및 GPS 장비를 장착한다.



[그림 III-97] Lander 회사의 이륜차 시뮬레이터 예시

라) 실험 절차

- 사전 평가: 참여자의 이륜차 주행 경험 및 안전 인식 수준을 사전 설문 조사를 통해 평가한다.
- 시뮬레이션 환경 설정: 도로 표식이 적용된 시뮬레이션 환경과 표식이 없는 환경을 준비한다.
- 주행 실험:
 - 각 참여자는 시뮬레이터에서 사전 설정된 경로를 주행하며, 도로 표식을 관찰
 - 주행 중 도로 표식 인지 시점을 기록하고, 각 참여자의 시선 추적 데이터를 수집
- 사후 설문조사: 실험 후 참여자에게 도로 표식의 시각적 명확성, 인지도 용이성 등에 대한 의견을 수집한다.

마) 데이터 수집

○ 시인성 관련 데이터:

- 도로 표식 인지 시간: 운전자가 도로 표식을 인지하는 데 걸리는 시간(초)
- 시각적 명확성 점수: 참여자 설문을 통해 평가한 도로 표식의 시각적 명확성 점수(Likert 척도)
- 운전자의 시선 추적 데이터: 도로 표식에 대한 시선 고정 시간 및 빈도

○ 안전성 관련 데이터:

- 주행 경로 분석: 시뮬레이터를 통해 주행 경로를 기록하고, 안전 구역 내 위치 여부를 평가
- 속도 및 코너링 데이터: 주행속도와 코너링 각도를 분석하여 위험한 주행 행동을 탐지
- 사고 데이터: 시뮬레이션 중 사고 발생 여부를 기록

바) 데이터 분석 방법

- 시인성 분석: 설문 데이터 및 시선 추적 데이터를 분석하여 도로 표식의 시각적 명확성과 인지 시간을 평가
- 안전성 분석: 주행 경로와 속도 데이터를 분석하여 도로 표식이 운전자의 안전성을 얼마나 향상시켰는지를 평가
- 통계 분석: t-test 또는 ANOVA를 사용하여 도로 표식의 효과가 통계적으로 유의미한지를 확인

사) 결론 도출 및 향후 연구 방향

- 결론 도출: 시뮬레이터 실험 결과를 기반으로 도로 표식의 시인성이 이륜차 운전자의 안전성에 미치는 영향을 평가

- 향후 연구 방향: 실제 도로 주행 실험과의 연계를 통해 시뮬레이터 연구 결과의 신뢰성을 강화하고, 다양한 도로 환경에서의 추가 연구를 제안

(2) 실제 도로 주행 실험

가) 대상 집단 선정

- 이륜차 운전자: 해당 도로를 자주 이용하는 오토바이 운전자를 주요 대상으로 선정
- 통제 및 실험 구역 설정: 실험 구역은 도로에 새로운 도로 표식이 적용된 구간이며, 통제 구역은 기존 도로 표식이 없는 유사한 구간을 선정하여 비교 분석

나) 테스트 기간

- 6개월간의 테스트 기간동안 이륜차 운전자의 주행 데이터를 수집한다. 이 기간동안 날씨, 시간대, 교통량 등의 변수를 통제하거나 기록하여 분석 시 고려한다.



[그림 III-98] 룩셈부르크 도로 관리국은 이 세 가지 색상을 사용하여 오토바이 운전자의 안전성을 평가

2.3) 이륜차 대상 시인성 효과성 검증에 활용 가능한 데이터

(1) 시인성 관련 데이터

- 주행 영상 기록: 주행 중 운전자 시야에서 본 도로 표식의 시인성을 분석하기 위해 카메라를 장착한 이륜차 또는 실험 차량을 이용하여 주행 영상 기록한다.
- 운전자 설문조사: 표식의 시각적 명확성과 도로 주행 중 얼마나 쉽게 인지되는지에 대한 운전자의 주관적 평가를 수집한다.

〈표 III-31〉 시인성 관련 변수

변수	설명
도로 표식 인지 시간	오토바이 운전자가 도로 표식을 인지하는데 걸리는 시간(초)
시각적 명확성 점수	운전자 설문을 통해 도로 표식의 시각적 명확성을 평가한 점수(Likert 척도)
주행 중 도로 표식 인식 여부	도로 표식을 인식하고 주행 경로를 수정했는지 여부(이분형 데이터: 인식함/인식하지 않음)
도로 표식의 가시성 조건	날씨나 시간대에 따른 도로 표식의 가시성(낮/밤, 맑음/비 등)
운전자의 시선 추적 데이터	운전자가 도로 표식에 얼마나 오랫동안 시선을 두었는지(초), 시선 고정 빈도.

(2) 안전성 관련 데이터

- 주행 경로 분석: 이륜차의 주행 경로를 GPS나 기타 센서로 추적하여 도로 상에서의 위치 변화 분석. 녹색, 노란색, 빨간색 구역을 기반으로 운전자의 위치가 안전 구역 내에 있었는지 여부를 파악한다.

- 속도 및 코너링 데이터: 주행속도와 코너링 각도를 분석하여 위험한 주행 행동을 탐지. 위험구역에서의 주행속도 감소 또는 올바른 코너링 각도를 유지했는지 여부를 기록한다.
- 사고 데이터: 도로 표식 설치 이전과 이후의 사고 발생률 비교. 도로 표식이 적용된 구간에서 사고율 감소 여부를 확인한다.

〈표 III-32〉 안전성 관련 변수

변수	설명
오토바이 주행 위치	도로상에서 오토바이가 위치한 구역(녹색, 노란색, 빨간색)
곡선 구간에서의 속도 변화	곡선 진입 전후의 속도 변화(km/h)
코너링 각도	코너링 시 오토바이의 기울기 각도(도)
차선 이탈 여부	운전자가 차선을 넘거나 이탈했는지 여부 (이분형 데이터)
급정거 빈도	급정거한 횟수(횟수/시간)
사고 발생 여부	테스트 기간 동안 사고 발생 여부(이분형 데이터)
사고 발생률	도로 표식 설치 전후의 사고 발생 빈도 (사고 횟수/기간)

(3) 환경 변수 데이터

- 기후 및 도로 조건: 날씨, 도로 상태(젖은 상태, 마른 상태 등)와 같은 외부 변수를 기록하여 분석 시 보정. 곡선이 많은 도로인 만큼 환경 변수의 영향을 고려해야 한다.

2.4) 이륜차 대상 시인성 효과성 검증에 활용 가능한 실험장비

(1) 운전자 시각 및 시선 추적 장비

- 시선 추적기(Eye Tracker): 운전자의 시선을 추적하여 도로 표식을 얼마나 자주, 그리고 얼마나 오래 주시하는지를 기록. 예시: Tobii Eye Tracker, Gazepoint GP3
- 카메라 기반 시각 추적 시스템: 운전자의 시각적 반응을 촬영하여 분석. 차량 내부에 설치하여 사용

(2) 운전자 행동 및 주행 경로 측정 장비

- GPS 추적기: 오토바이의 주행 경로, 위치, 속도를 추적하여 주행 데이터를 기록한다. 예시: Garmin GPS, Qstarz BT-Q1000XT
- IMU(Inertial Measurement Unit) 센서: 가속도계와 자이로스코프를 사용하여 오토바이의 기울기, 회전 속도, 가속도 등의 데이터를 수집한다. 예시: Xsens IMU 센서
- 차선 유지 모니터링 시스템(Lane Keeping System): 운전자가 차선을 넘는지 여부를 모니터링하는 장비. 차량 또는 오토바이에 장착 가능하다.

(3) 속도 및 주행 데이터 수집 장비

- 속도계: 오토바이의 속도를 측정하는 기본 장비. 오토바이에 기본으로 장착된 속도계를 사용하거나 외부 장치로 추가 측정 가능하다.
- OBD-II 데이터 로거: 오토바이의 차량 데이터를 기록하는 장치로, 속도, 가속도, 엔진 상태 등을 수집할 수 있다.

(4) 도로 표식 및 환경 측정 장비

- 고해상도 카메라 시스템: 도로 표식의 가시성, 색상, 위치 등을 기록하기 위해 사용한다. 드론이나 고정된 카메라로 도로 상태를 모니터링한다.
- 조도계(Light Meter): 도로 표식이 시간대별로 얼마나 잘 보이는지 측정하기 위한 장비. 예시: Extech LT300
- 기상 데이터 기록 장비: 실험 기간 동안의 날씨, 온도, 습도, 강수량 등을 기록하기 위한 장비. 예시: Davis Vantage Pro2 기상 관측 장비

(5) 운전자 생체 데이터 측정 장비

- 심박수 모니터: 운전 중 운전자의 스트레스 수준을 측정하기 위한 장비. 예시: Polar H10, Garmin HRM-Pro

(6) 차량 주변 환경 데이터 수집 장비

- 도로 센서: 도로 표면 상태를 실시간으로 모니터링하고 분석하기 위한 장비. 도로 표면의 마찰력, 온도, 습도 등을 측정 가능하다.
- 레이더 시스템: 도로의 교통량을 측정하기 위한 장비로, 다른 차량들과의 거리나 속도를 모니터링 할 수 있다. 예시: Smartmicro Radar

(7) 사고 데이터 및 안전성 측정 장비

- 블랙박스(Dashcam): 주행 중 사고 상황을 기록하는 장치. 오토바이에 장착하여 사고 시 데이터를 분석
- 비디오 분석 시스템: 주행 중 영상 데이터를 분석하여 운전자가 안전한 주행 경로를 유지했는지 여부를 평가

(8) 실험 및 테스트 제어 장비

- 데이터 로거: 다양한 센서에서 수집한 데이터를 기록하는 장비. 여러 센서의 데이터를 통합하여 분석하는 데 필요하다. 예시: National Instruments Data Logger

4. 향후 연구과제 및 정책 발굴

1) 시인성을 활용한 이륜차 산업재해예방을 위한 연구과제 발굴

(1) 이륜차 사고 예방을 위한 국내·외 사례 조사 및 분석

- 이륜차 관련 법/규칙/기준 등에 대한 조사
- 이륜차 사고 예방을 위한 시인성(색상, 표시, 신호 등) 적용 사례

(2) 이륜차 사고 데이터 분석을 통한 시인성 고려 항목 도출

- 산업재해 데이터, 교통사고 데이터 등 이륜차 사고 데이터를 활용하여 시인성 문제로 인한 사고 사례분석
- AI를 활용한 재해 원인 및 특징 심층 분석: 재해강도 분석 등

(3) 이륜차 시인성 관련 실태 파악을 위한 설문조사

- 사용자 관련 요인, 시인성 적용 필요성, 법/기준/규정 등 인식, 물리적 요인, 환경적 요인 기반의 설문조사를 통한 현황 파악

(4) 시인성(시각적 정보 등) 향상을 통한 이륜차 산업재해 예방 방안도출

- 사례 도출 및 분석 결과를 기반으로 적용 가능한 실천 방안 마련
- 환경적 요인, 근로자 요인, 기인물 요인 등을 대상으로 한 시인성 향상 방안 제시
- 예시) 고시인성 의복, 고시인성 번호판, 고시인성 헬멧, 이륜차 고시인성 설계(방향지시등, 정지등 등), 이륜차 전용 교차로 표식 등

(5) 산업재해 예방 방안에 대한 효과성 검증

- 제3자 시점에서의 이륜차 시인성 확보 방안에 대한 효과성 검증, 이륜차 운전자 시점에서 도로 환경의 시인성 확보 방안에 대한 효과성 검증
 - 일반 운전자의 위치에서 시뮬레이터와 실험장비(카메라, 시선 추적기, IMU센서, 속도계 등)를 설치하여 대상물 관찰 실험: 고시인성 예방 방안 마련 전후 비교 예) 고시인성 의복 vs. 일반 의복, 고시인성 번호판 vs. 일반 번호판 등
- ※ 시선 추적기: 동공의 움직임을 측정하여 시선의 변화를 추적하는 측정 장비
- 시인성 데이터, 안전성 데이터, 환경 데이터를 기반으로 한 효과성 분석

(6) 이륜차 대상 시인성 기술기준 수립

- 기술기준 개요 및 목적, 세부 기준, 권고기준 등을 포함한 기술기준 수립
- 현장 적용 가능성 검토, 간담회 등을 통한 검토

2) 기타 시인성을 활용한 산업재해예방을 위한 연구과제 발굴

(1) 시인성 부족으로 인한 사고 예방 국내·외 사례 조사 및 분석

- 시인성(시각적 정보 등) 관련 법/규칙/기준 등에 대한 조사
- 사고 예방을 위한 시인성(색상, 표시, 신호 등) 적용 사례

(2) 시인성 문제로 인한 산재다발업종에 대한 산업재해 분석

- 업종별 시인성에 기인한 산업재해 통계 분석
- 업종별 시인성에 기인한 산업재해 원인분석 및 시나리오 도출
- 업종별 재해조사보고서 분석을 통한 시인성 재해 심층 분석: AI를 활용

(3) 시인성 관련 문제 파악을 위한 실태 파악

- 사용자 관련 요인, 시인성 적용 필요성, 법/기준/규정 등 인식, 물리적 요인, 환경적 요인 기반의 설문조사를 통한 현황 파악
- 현장 조사를 통한 시인성 적용 현황 파악 및 문제점 파악

(4) 개인특성, 환경조건 및 작업조건을 고려한 시인성 설계 가이드라인 도출

- 색상, 크기, 상징 등에 대한 최적의 안전 설계 가이드라인 도출
- 고령자 및 외국인 등의 개인 특성과 업종, 야간, 주간, 안개, 비 등의 환경 조건, 다중작업, 시간 압박, 동적, 정적 상태, 비상상황 등의 작업(상황) 조건을 기반으로 실험을 실시하여 설계 가이드라인 도출
- 최적의 색 조합, 최소 글자 크기, 적정 대비율, 최적 상징의 종류, 레이아웃 규칙 등에 대한 실험 설계

○ 환경조건 통제

- 조도: 자연광/인공광 조건 설정
- 관찰 거리: 표준 관찰 거리 설정
- 배경: 대비를 고려한 배경 설정

○ 주요 측정 항목

- 가독성(Legibility): 텍스트나 기호를 식별할 수 있는 정도
- 판독성(Readability): 내용을 이해하고 해석할 수 있는 정도
- 주목성(Attention): 시선을 끄는 정도

○ 실험 방법

- 피실험자 선정: 연령, 외국인, 시력 등 고려
- 객관적 측정: 시선추적(Eye-tracking) 장비 활용
- 주관적 평가: 설문 및 인터뷰

○ 데이터 수집

- 반응 시간 측정
- 정확도 측정
- 선호도 조사
- 피로도 평가

(5) 산재다발업종에 대한 시인성 적용 위험유해요인 도출, 시인성 설계 가이드라인을 기반으로 한 예방 방안 도출

○ 시인성 관련 산업재해 분석 결과를 기반으로 시인성을 활용한 산업재해 예방 가능한 요인 도출

- 예시) 신호수, 작업구획, 중장비, 기계기구설비의 위험점(끼임점, 말림점, 회전점 등), 화학약품, 작업구획 선정
- 예시) 환경적 요인: 비상구, 사업장 바닥 통로, 작업장 벽면, 안전 및 위험 정보 표시 등
- 예시) 근로자 요인 예시: 작업복, 개인보호구 등
- 예시) 기인물요인: 지게차, 사다리, 기계기구설비의 위험점(물림점, 말림점, 회전점 등) 등

(6) 산업재해 예방 방안에 대한 효과성 검증

- 실험장비(카메라, 시선 추적기 등)를 활용하여 대상물 관찰 실험: 고시인성 예방 방안 마련 전후 비교 예) 시인성 적용 기계기구설비 vs. 일반 기계기구설비, 고시인성 비상구 vs. 일반 비상구, 고시인성 작업복 vs. 일반 작업복 등
- ※ 시선 추적기: 동공의 움직임을 측정하여 시선의 변화를 추적하는 측정 장비
- 시인성 데이터, 안전성 데이터, 환경 데이터를 기반으로 한 효과성 분석

(7) 업종별 시인성 기술기준 수립

- 기술기준 개요 및 목적, 세부기준, 권고기준 등을 포함한 기술기준 수립
- 현장적용 가능성 검토, 간담회 등을 통한 검토

3) 사업화 방안 발굴

(1) 소규모 사업장을 대상으로 한 시인성 적용을 위한 컨설팅 사업 추진

- 진단 및 적용: 작업환경(작업 구획 등), 작업설비, 작업자에 대한 시인성 적용 방안 제시

(2) 시인성을 활용한 산업재해 예방 제품개발 지원 사업

- 시제품 제작 지원, 인증지원, 규제 검토 등

(3) 이륜차 사고 예방을 위한 배달라이더 시인성 보호장비 보급 사업

- 고시인성 의복, 헬멧, 이륜차 등을 지원하는 사업

IV. 결론





IV. 결론

1. 시인성(시각적 정보)을 활용한 사례조사

- 국내·외 다양한 산업분야에서 활용되고 있는 색상과 관련된 법, 규정, 기준 등을 정리하였다.
- 분야별 색상을 안전보건 분야에서 활용하는 범위에는 차이가 있었으나, 색상별로 사용되는 의미는 유사한 것으로 나타났다.
- 아래 표는 색상에 따른 국내·외 산업분야에서의 의미 및 활용을 나타낸다.

〈표 IV-1〉 색상별 의미 및 활용

색상	의미 및 활용
빨간색	<ul style="list-style-type: none"> • 국내와 국외 모두 빨간색을 금지, 경고, 위험을 나타내는 의미를 가지고 있으며 소화설비를 나타내는 의미를 가지기도 함 • 국내에서는 긴급 정지 버튼으로도 사용됨
주황색	<ul style="list-style-type: none"> • 교통에서 정지신호, 양보 표지판 등에 사용됨 • 주황색은 위험, 경고표지로 사용되며, 구명장비에도 쓰임 • 프랑스에서는 화학 물질 저장 구역을 나타냄
노란색	<ul style="list-style-type: none"> • 노란색은 대부분의 국가에서 주의를 요하는 표지로 사용됨 • 국내에서는 감전 주의 경고하기도 하며, 미국에서는 충돌, 낙하, 미끄러짐 등의 위험을 경고
녹색	<ul style="list-style-type: none"> • 국내에서는 비상구와 대피소, 안전한 장소를 안내하는 표지로 사용되며 영국, 프랑스, 일본도 마찬가지로 안전과 관련한 정보를 나타내는 데 사용됨 • 캐나다에서는 살충제 경고를 나타내기도 함
파란색	<ul style="list-style-type: none"> • 한국과 미국, 영국, 프랑스, 일본 등 많은 국가에서 보호 장비 착용 등을 지시하는 경고 표지에 사용 • 캐나다는 부식성 및 유해한 액체와 고체를 경고하는데 파란색을 사용
보라색	<ul style="list-style-type: none"> • 대부분의 국가에서 방사능 관련 물질·구역·위험 경고로 사용

- 이륜차 사고 및 산업현장에서 시인성 문제로 인한 사고 발생 사례가 지속적으로 발생하고 있으며, 이를 예방하기 위한 개선 방안을 마련하고자 하는 연구들이 활발하게 진행되고 있다.
- 이륜차의 경우, 라이더를 대상으로 고시인성 헬멧, 의복 제공, 이륜차에 색상 스티커 제공, 이륜차 교통사고다발지점 점검 등의 예방대책을 마련하고 이행하려는 노력이 있다. 또한, 이륜차를 위한 도로표시, 표시판 제공 등 환경적인 측면에서도 시인성을 적용한 사고예방 방법들을 마련하고 있다.
- 기타 산업의 경우에는, 도로 노면 색깔 유도선, 옐로카펫, 안전한 작업 환경을 위한 색채디자인과 색채 환경개선, 표준안전디자인 개발, 건설 작업자를 위한 조끼 개발, 고시인성 비상구 연구 등 다양한 측면에서 시인성을 활용한 사고 예방 방안을 마련하고 일부 도입하고 있다.

2. 시인성(시각적 정보) 관련 사고조사 사례분석

- 재해시간별 이륜차 산업재해 발생 건수는 저녁 시간인 18시부터 20시까지 많이 발생했다.
- 새벽 및 오전 시간에는 적은 수의 산업재해가 발생했으며, 음식점이 배달을 하는 21시부터 24시까지도 비교적 많은 산업재해가 발생했다.
- 재해개요 분석을 통하여 아래와 같은 시인성과 관련된 이륜차 사고의 사례를 도출하였다.

〈표 IV-2〉 시인성과 관련된 이륜차 사고의 사례

No.	사례
1	오토바이를 이용하여 배달 후 복귀 중 공주시 산성동 차로에서 좌회전 정차 중인 차량을 미처 발견하지 못하고 정차 중인 승용차 후미를 추돌함
2	2011.12.20일 사업장에 출근하여 근무하던 중 하남공단 거래처에서 음식 배달 후 사업장으로 돌아오던 중에 대반초교 앞 사거리에서 정차해 있던 앞차량을 보지 못하고 후미에서 추돌하였습니다. 그 후 119로 후송되어 광산구 우산동 소재 호남병원에 입원하여 수술치료 중입니다.
3	2012. 6. 28. 17시경 야사동에 위치한 오hui 화장품으로 떡볶이 배달을 가기 위해 사업장 소유 오토바이를 타고 가게를 나서 출발하는데 횡단 보도를 급히 뛰어가는 여학생을 발견하지 못하고 뒤늦게 피하려다가 단독으로 오토바이와 함께 미끄러지면서 다침. 별거 아니라 여기고 약국에서 비상약 구입후 처치하였으나, 사고 당일 밤에 무릎부위가 많이 부어서 다음날 병원에 내원하여 치료함.
4	출근하여 배달을 몇군데 갔다온후 다시 명지아파트로 배달가다가 19:30경 1차로 우회전 길에 이르러 우회전하는 상대편 차량을 미처 발견하지 못하고 오토바이 전면부분으로 상대편 차량 뒷 휨대를 충격한 사고임.

5	재해자가 오토바이를 타고 배달을 하는 과정에서 나누리병원 쪽으로 시속 20km의 속도로 우회전 을 하던 중 횡단보도에서 횡단하던 사람을 발견하지 못하고 충격한 교통사고임
---	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------

- 이륜차 운전자에 의한 사고 (운전 미숙, 교통법규 미이행, 본인 시인성 부족)과 제 3자에 의한 사고(제 3자가 이륜차 운전자를 보지 못하고 사고 발생)로 분류하였다. 그 결과, LLM과 RAG를 활용하여 분류한 이륜차 산업재해는 이륜차 운전자에 의한 사고가 55.6% (939건)이며, 제 3자에 의한 사고는 43.5% (734건)으로 나뉠 수 있었다.
- 이 중에서 제 3자에 의한 사고는 이륜차 운전자를 발견하지 못하여 발생한 사고가 대부분이기 때문에 시인성에 의한 사고로 판단할 수 있었다.

3. 시인성 관련 설문조사 요인 도출 및 효과성 분석 방법론

- 시인성 관련 설문조사 요인은 크게 사용자 관련 요인, 시인성 관련 요인, 법/기준/규정 등 인식 요인, 물리적 요인, 환경적 요인으로 구분하여 해당 세부 요인을 각각 도출하였다.
- 본 연구에서 도출된 항목은 총 5개이고, 세부 요인은 25개였다.

〈표 IV-3〉 설문조사 해당 항목 및 세부요인

항목	세부 요인
사용자 관련 요인 [박희성, 2015]	<ul style="list-style-type: none"> - 연령 - 시력 상태 - 피로도 - 읽기 습관/경험 - 모국어/언어 능력
시인성 적용 필요성	<ul style="list-style-type: none"> - 산업현장의 시인성 적용 필요성 - 산업현장의 시인성 부족으로 인한 문제 - 산업현장의 시인성 관련 사고 -
법, 기준, 규정 등 인식 요인 [박진숙, 2008; Caffaro, 2015; Ali, Shaikh, 2023]	<ul style="list-style-type: none"> - 법적 색상 기준에 대한 인식도 - 기준, 규정 등에 대한 인식도 - 산업현장 법/기준/규정 적용 현황 -
물리적 요인 [Porathe, Strand, 2011; Wilms, Oberfeld, 2018; Yi, Kim, 2012; Chung, Yu, 2021;	<ul style="list-style-type: none"> - 주간/야간 상황, 실내/실외 등 - 주간/야간 상황에 대한 Background/figure 구성 - 색상 - 글자 크기 - 글자체/서체

Bullough, 2017; Ram, Bhardwaj, 2018]	<ul style="list-style-type: none"> - 글자 간격 - 줄 간격 - 대비(텍스트와 배경색의 명도 차이) - 조명 조건
환경적 요인 [Tai, 2016; 이선구, 2023; Shieh, 1997]	<ul style="list-style-type: none"> - 읽기 거리 - 주변 조도 - 디스플레이 종류 (디지털/인쇄물) - 읽는 자세/각도 - 주변 소음/방해 요소

- 시인성 적용에 대한 효과성 검증은 1) 제 3자 시점에서의 이륜차 시인성 확보와 2) 이륜차 운전자 시점에서 도로 환경의 시인성 확보 측면으로 구분하여 수행할 수 있다.
- 1) 제 3자 시점에서의 이륜차 시인성 확보는 이륜차가 식별되지 않아 타 차량 등에 의해 사고를 당하는 경우를 의미한다.
- 2) 이륜차 운전자 시점에서 도로 환경의 시인성 확보는 도로 상황 등을 잘 인식하지 못하여 사고가 나는 경우를 의미한다.
- 이를 통해 이륜차의 시인성을 개선해 안전성을 강화하고, 도로 환경에서 이륜차가 다른 교통 요소와 잘 어우러질 수 있도록 할 수 있다.

4. 향후 연구과제 및 정책 발굴

○ 본 연구를 통하여 도출된 향후 연구는 크게 1) 시인성을 활용한 이륜차 산업재해예방을 위한 연구과제, 2) 기타 시인성을 활용한 산업재해예방을 위한 연구과제 발굴로 구분된다.

1) 시인성을 활용한 이륜차 산업재해예방을 위한 연구과제에 세부 연구 내용은 아래와 같음

- (1) 이륜차 사고 예방을 위한 국내·외 사례 조사 및 분석
- (2) 이륜차 사고 데이터 분석을 통한 시인성 고려 항목 도출
- (3) 이륜차 시인성 관련 실태 파악을 위한 설문조사
- (4) 시인성(시각적 정보 등) 향상을 통한 이륜차 산업재해 예방 방안 도출
- (5) 산업재해 예방 방안에 대한 효과성 검증
- (6) 이륜차 대상 시인성 기술기준 수립

2) 기타 시인성을 활용한 산업재해예방을 위한 연구과제에 세부 연구 내용은 아래와 같음

- (1) 시인성 부족으로 인한 사고 예방 국내·외 사례 조사 및 분석
- (2) 시인성 문제로 인한 산재다발업종에 대한 산업재해 분석

- (3) 시인성 관련 문제 파악을 위한 실태 파악
- (4) 개인 특성, 환경조건 및 작업조건을 고려한 시인성 설계 가이드라인 도출
- (5) 산재다발업종에 대한 시인성 적용 위험유해요인 도출, 시인성 설계 가이드라인을 기반으로 한 예방 방안 도출
- (6) 산업재해 예방 방안에 대한 효과성 검증
- (7) 업종별 시인성 기술기준 수립

참고문헌

이경선, 황재진, 이진원. (2023). 1인작업자, 고령근로자 안전보건 가이드라인 마련. 산업안전보건공단.

Bureau of Labor Statistics. (2021). Increase in fatalities due to falls, slips, and trips in construction. U.S. Department of Labor.

CPWR - The Center for Construction Research and Training. (2019). Construction fatalities due to low visibility. CPWR Report.

ConstructConnect. (2019). Fall-related accidents in construction. ConstructConnect Report.

Injury Facts. (2020). Construction and manufacturing visibility-related injuries. National Safety Council.

Kishigo | Home. (2020). High visibility clothing standards for manufacturing. ANSI/ISEA 107-2020.

MoneyGeek.com. (2021). Weather and time of day impact on motorcycle accidents. MoneyGeek Report.

NTSB (National Transportation Safety Board). (2020). Motorcycle accidents and visibility concerns. NTSB Report.

OSHA. (2022). Occupational visibility hazards in construction and manufacturing. U.S. Department of Labor.

강인형. (2022). 국내 고시인성 안전의복의 착용 현황 분석 및 시인성 평가를

- 통한 착용 의무화 제안. 한국의류산업학회지, 24(4), 471-483.
- 민승남. (2004). 산업현장에서의 착시현상을 이용한 안전표지판 적용에 관한 연구 - 추락 및 충돌방지를 중심으로. 대한인간공학회지, 43(1), 27-40.
- 박수진. (2022). 소규모 건설현장의 트럭 운전원을 위한 증강현실 정보 제공 디자인에 관한 연구. 한국HCI학회 논문지, 17(2), 21-30.
- 박진숙. (2008). 그래픽심볼 국제표준의 기호학적 유형분류에 대한 실증적 연구 안전표지의 상징유형에 따른 이해도를 중심으로. 한국디자인학회지, 16(3), 45-58.
- 박희성. (2015). 외국인 건설 근로자 현황 및 개선방안. 한국콘텐츠학회논문지, 15(6), 68-76.
- 손모아. (2016). 색각이상자를 위한 색채배색 개선 방안 연구 - 컬러유니버설 디자인 측면에서 산업안전표지 중심으로. 한국디자인트렌드학회, 10(2), 33-42.
- 손효인. (2023). 산업안전표지 제작을 위한 디지털 플랫폼 제안. 한국디자인 문화학회, 19(1), 55-64.
- 신지예, 이찬수. (2015). 고령자 시각대응 색인지 및 색 오류 구간에 관한 연구. 한국색채학회논문집, 23(2), 125-134.
- 이상기. (2022). 심리적 안정감을 주는 화재 피난 모바일 앱(App) 컬러연구. 서비스사이언스학회, 9(3), 221-228.
- 이선구. (2023). 날씨 변화에 따른 실외 LED 전광판의 시인성 확보를 위한 딥러닝 구조 개발. 한국전자학회 논문지, 50(4), 98-106.
- 이진숙, 박지영. (2013). 고령자의 색지각 변별력에 관한 연구. 한국색채학회

지, 21(1), 15-23.

Ali, Shaikh. (2023). Assessing Hazard Level Perception of Colors: A Comparative Study with ANSI Recommendations. *Safety Science*, 162, 105970.

Arun Vijayan. (2016). Degradation of fluorescent high-visibility colors used in safety garments for the Australian railway industry. *Journal of Industrial Textiles*, 45(3), 271-285.

Bullough. (2017). Factors affecting sign visibility, conspicuity and legibility: Review and annotated bibliography. *Ergonomics*, 60(7), 991-1002.

Caffaro. (2015). Comprehension of safety pictograms affixed to agricultural machinery: A survey of users. *Safety Science*, 78, 51-57.

Chung, Yu. (2021). Visual Factors in Reading. *Journal of Vision Science*, 23(4), 42-50.

Dachner, G. C., & Kinatader, M. (2016). Effects of visual information on decision making during way-finding in emergency and non-emergency situations. *Collective dynamics*, 1, 185.

Galina Komova. (2024). The role of innovative visibility aids on e-scooter riders' conspicuity in daylight. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 84, 19-28.

Hsin-His Lai. (2008). Evaluation of visibility of tinted helmet visors

for motorcycle riders. *Accident Analysis & Prevention*, 40(2), 529-535.

Philippe Lacherez. (2013). Visibility-related characteristics of crashes involving bicyclists and motor vehicles - Responses from an online questionnaire study. *Accident Analysis & Prevention*, 59, 11-18.

Porathe, Strand. (2011). Which sign is more visible? Measuring the visibility of traffic signs through the conspicuity index method. *Journal of Safety Research*, 42(3), 197-203.

Ram, Bhardwaj. (2018). Effect of Different Illumination Sources on Reading and Visual Performance. *Lighting Research & Technology*, 50(6), 800-810.

Shieh. (1997). Effects of Color Combination and Typography on Identification of Characters Briefly Presented on VDTs. *Ergonomics*, 40(6), 631-640.

Tai. (2016). Optimal Viewing Distance for Reading Text of Small Font. *Journal of Vision*, 16(4), 12-18.

Tatsuya Iizuka. (2021). High Visibility Conditions in a Sunset Environment. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 47(2), 131-139.

Wilms, Oberfeld. (2018). Color and emotion: effects of hue, saturation, and brightness. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 24(3), 423-431.

- Wong, L. T., & Lo, K. C. (2007). Experimental study on visibility of exit signs in buildings. *Building and environment*, 42(4), 1836-1842.
- Yanyan Guan. (2024). Research on the nighttime visibility of white pavement markings. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 98, 45-53.
- Yi, Kim. (2012). A suggested color scheme for reducing perception-related. *Traffic Injury Prevention*, 13(5), 469-475.





Abstract

Analysis of Industrial Accident Prevention Cases Using Visibility and Development of Domestic Implementation Measures

Objectives :

While overseas countries are actively promoting industrial accident prevention through enhanced color visibility, Korea lacks related research and adequate legal and institutional frameworks for accident prevention. In particular, there has been a recent increase in accidents that could occur due to unsafe behaviors triggered by perceptual errors from lack of visibility (visual information, etc.), yet research aimed at preventing such incidents is difficult to find. Therefore, the purpose of this study is to investigate and compile prevention measures (cases) that promote safety accident prevention from a visibility (visual information, etc.) perspective and establish practical measures that can be applied to domestic characteristics. Additionally, this study aims to identify and propose future research tasks and policies necessary for accident prevention activities or industrial accident prevention projects.

Method :

The main content of this study investigated domestic and international cases regarding the application of color-related regulations by workplace, industry, and occupation, as well as domestic and international cases of safety and health applications utilizing visibility (visual information, etc.). Using industrial accident statistics, we conducted case analyses of accidents related to visibility, and based on literature review, we derived items and factors for visibility-related surveys. To examine the accident prevention effects of visibility applications, we presented a methodology for analyzing effectiveness from a visibility perspective, and finally, based on these research results, we derived future research tasks and commercialization contents necessary for accident prevention activities or industrial accident prevention projects.

Results :

a. Case Studies Utilizing Visibility (Visual Information)

Laws, regulations, and standards related to colors being utilized in various domestic and international industrial sectors were compiled. While the scope of color application in safety and health areas varied by field, the meanings associated with specific colors were found to be similar across sectors.

b. Case Analysis of Accidents Related to Visibility (Visual Information)

The number of two-wheeled vehicle industrial accidents by time of occurrence was highest between 18:00 and 20:00 in the evening. Few

industrial accidents occurred during dawn and morning hours, while relatively many industrial accidents occurred between 21:00 and 24:00 when restaurants conduct deliveries. Through analysis of accident summaries, the following cases of two-wheeled vehicle accidents related to visibility were identified.

c. Derivation of Visibility-Related Survey Factors and Effectiveness Analysis Methodology

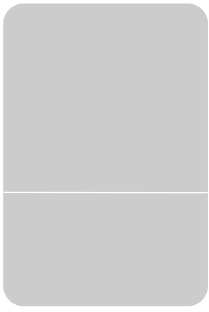
Visibility-related survey factors were categorized into user-related factors, visibility-related factors, awareness factors of laws/standards/regulations, physical factors, and environmental factors, with specific sub-factors derived for each category. This study identified a total of 5 main categories and 25 detailed factors.

Conclusion :

The results of this study are expected to serve as foundational data for analyzing visibility-related accidents and verifying prevention effects in the future. Furthermore, they are anticipated to be utilized as crucial baseline data for establishing research projects and commercialization strategies aimed at preventing visibility-related accidents.

Key words :

Visibility, Visual Information, Safety and Health Sign, LLM (Large Language Model), Accident Data Analysis, Two-wheeled Vehicle



연구진

연구기관 : 강원대학교 산학협력단

연구책임자 : 이경선 (교수, 강원대학교)

연구원 : 황재진 (교수, 노년일리노이대학교)

연구원 : 이진원 (교수, 강릉원주대학교)

연구보조원 : 김원진 (연구원, 강원대학교)

연구보조원 : 이아란 (연구원, 강원대학교)

연구보조원 : 오효근 (연구원, 강원대학교)

연구보조원 : 최시영 (연구원, 강원대학교)

연구보조원 : 오현지 (연구원, 강원대학교)

연구보조원 : 김지현 (연구원, 강원대학교)

연구보조원 : 이유준 (연구원, 강원대학교)

연구상대역 : 김정섭 (연구위원, 안전보건정책연구실)

연구기간

2024. 08. 01. ~ 2024. 11. 30.

본 연구는 산업안전보건연구원의 2024년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며,
우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

**시인성을 활용한 산업재해예방 사례분석 및 국내 도입방안 마련
(2024-산업안전보건연구원-549)**

발행일 : 2024년 11월 30일
발행인 : 산업안전보건연구원 원장 박승현
연구책임자 : 강원대학교 부교수 이경선
발행처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원
주소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400
전화 : 052-703-0845
팩스 : 052-703-0334
Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>
ISBN : 979-11-94453-11-6
공공안심글꼴 : 무료글꼴, 한국출판인회의, Kopub바탕체/돋움체