

발간등록번호
11-1661046-100011-10

2025년 119리빙랩 성과집

“소방현장에 실용화로 이어지는 연구 공간”
2025년 119리빙랩 성과집

“소방현장에 실용화로 이어지는 연구 공간”
2025년 119리빙랩 성과집



국립소방연구원
연구성과집

“소방현장에 실용화로 이어지는 연구 공간”

2025년 119리빙랩 성과집



1. 119리빙랩 서비스 개요

1	119리빙랩 서비스란?	05
2	119리빙랩 서비스 구분	06
3	119리빙랩 서비스 신청방법	07
4	2025년 119리빙랩 서비스 지원 현황	08

2. 119리빙랩 서비스 주요 사례

자문지원

1	2025년 인명탐색 및 화재진압 로봇 개발 관련 소방전문가 자문	17
2	공기안전매트 제품화 기술 및 성능기준 개발 관련 기존 제품에 대한 실증 자문	18
3	비상탈출장비 소방장비 개발 관련 자문	19
4	경량화된 공기호흡기에 대한 편의성 등 자문	20
5	수중/야외 연속 위치추적 기술 개발 관련 자문	21

기술지원

6	TIG 용접 조건별 화재 발생 가능성 측정	22
7	점화원 유형별 최성기 도달 시간 비교·분석 시뮬레이션	25
8	화목난로 취급 부주의로 인한 외부 발화의 내부 확산 경로 시뮬레이션	28

실·검증

9	실감기반 첨단소방훈련체계 구축 R&D 성과물에 대한 소방대원 실증	29
10	구획실 화재 발생 시 수압배연 효과 검토	31
11	유해가스 현장 안전성 확보를 위한 대응기술 개발 R&D 성과물에 대한 소방대원 실증	33

3. 소방 현안 발굴 및 해결 사례

1	금속화재 적응 소화물품(마른모래, 팽창질석, 팽창진주암 등) 성능 검증	37
2	다중이용업소 연기확산 제어시스템(수막설비) 구축을 위한 화재 실험	40
3	신개념 김서림 방지 기술의 소방현장 적용 가능성 검증	44
4	무호흡잠수의 수난구조 접목을 위한 실증실험	45

4. 부록

1	119리빙랩 서비스 신청서 서식	49
2	국립소방연구원 정보	50



“소방현장에 실용화로 이어지는 연구 공간”

2025년 119리빙랩 성과집



119리빙랩 서비스 개요

1	119리빙랩 서비스란?	05
2	119리빙랩 서비스 구분	06
3	119리빙랩 서비스 신청방법	07
4	2025년 119리빙랩 서비스 지원 현황	08

1

119리빙랩 서비스란?

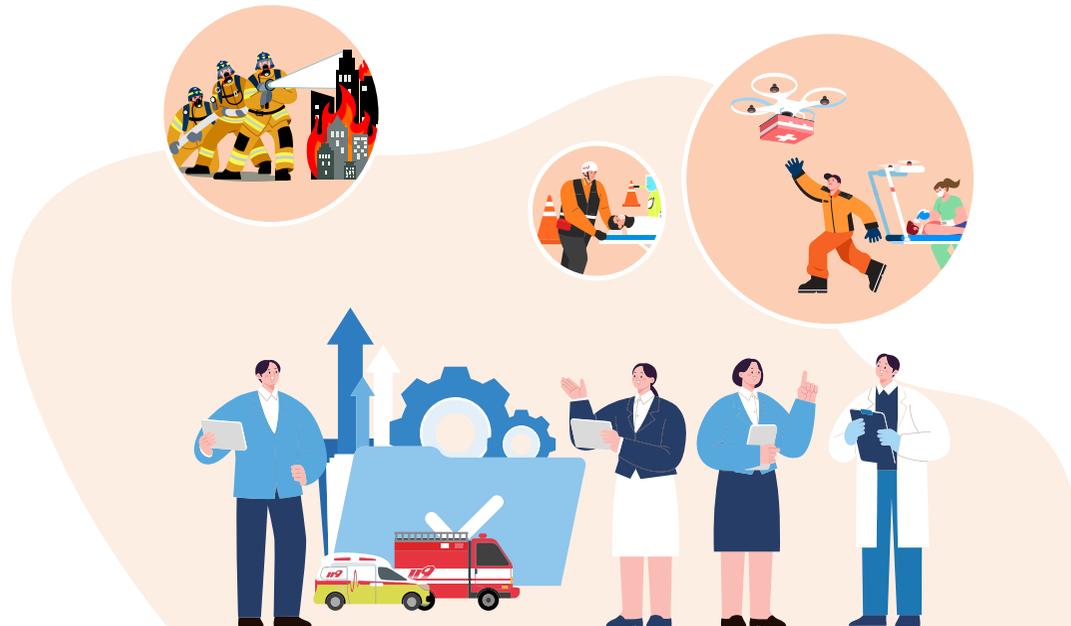
리빙랩(Living-Lab)이란?

리빙랩(Living-Lab)은 말 그대로 '살아있는 실험실'을 의미합니다. 우리가 살아가는 삶의 현장 곳곳을 실험실로 삼아 연구자 중심이 아닌 실제 사용자가 주도하여 문제를 해결하는 사회문제 해결 방법론입니다.

119리빙랩 서비스 정의

리빙랩(Living-Lab) 기본 개념에 따라 사용자를 고려한 연구 플랫폼으로, 사용자인 소방공무원이 문제점을 도출하고 해결하는 과정에 참여하여 현장 적합성을 향상시킬 수 있도록 소방공무원과 산·학·연·관을 연계합니다.

즉, '119리빙랩 서비스'는 사용자인 소방공무원이 기술 및 제품 개발 과정에 직접 참여하도록 유도하고, 현장 경험 및 전문성에 기초하여 연구 결과물이 소방현장에 효과적으로 적용할 수 있도록 지원합니다.



2

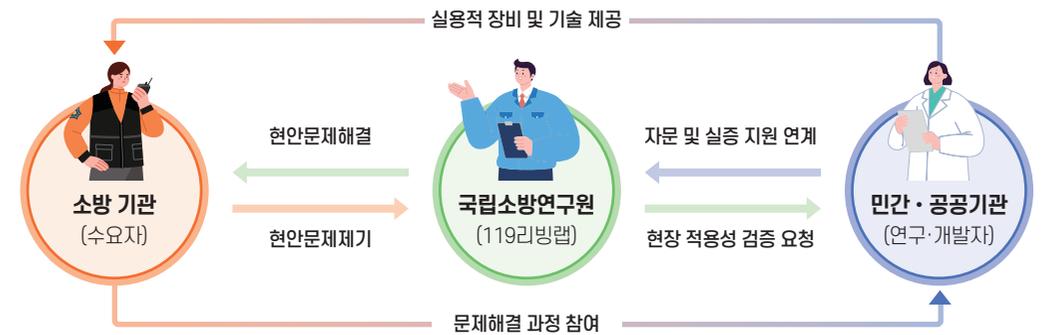
119리빙랩 서비스 구분

119리빙랩 서비스 수요 대상

소방과 관련한 기술과 제품을 개발하는 전 과정을 지원하기 위하여 소방/민간·공공기관 등 수요 기관별로 구분하여 지원하고 있습니다.

	 소방기관	 민간·공공기관
구분	소방기관	민간·공공기관
목적	소방현장 문제 해결	기획 컨설팅, 소방 제품 실·검증
대상	소방공무원	공공 및 연구기관, 산업체 등
주체	국립소방연구원 내 구성원 또는 외부 전문가 ※ 타 연구기관과 협력	소방공무원(수요자) 및 관련 전문가
유형	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">소방현장 실·검증</div> 현장에서 발생하는 사고 및 특이현상에 대한 재현실험 등	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">자문지원</div> 기술개발 전 과정에 대한 자문 및 설문 지원
	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">기술지원</div> 연구원에서 내실화된 연구·분석 능력 및 보유 장비 기술 지원	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 5px;">적용성 검증</div> 소방 시나리오 기반 제품·기술 실증 평가 및 현장 활용성 제안

119리빙랩 서비스 운영 개념



3 119리빙랩 서비스 신청방법

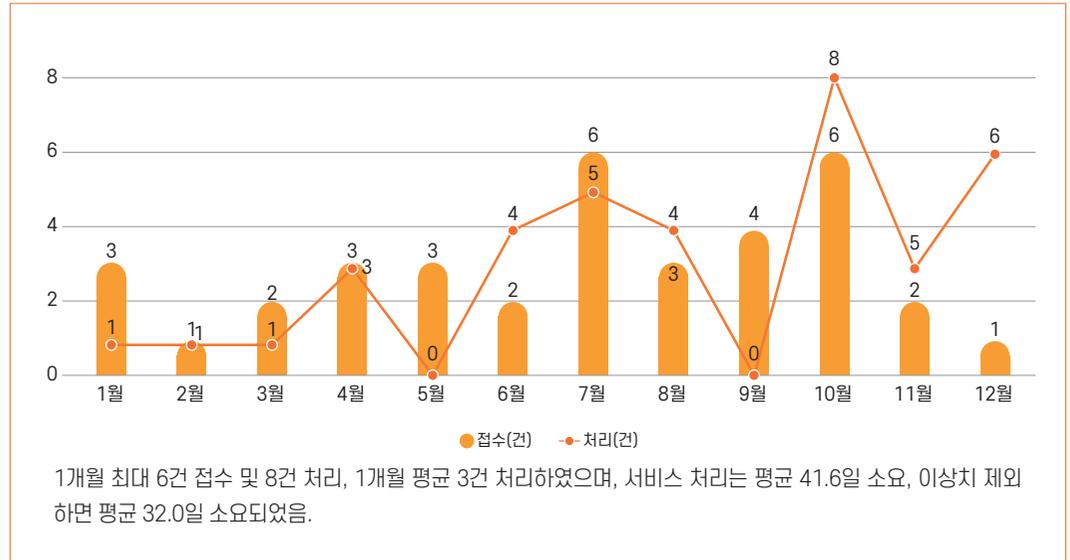
▶ 119리빙랩 서비스 신청 절차

119리빙랩 서비스는 연중 수시로 운영되며 소방전문가 및 소방공무원의 일정을 조율하여 신속히 지원할 수 있도록 체계를 마련하였습니다.



4 2025년 119리빙랩 서비스 지원 현황

▶ 그간 119리빙랩 서비스 통계 현황



119리빙랩 서비스 지원현황('21년~'25년)

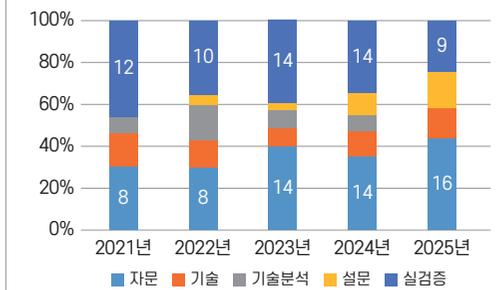
1) 기관별지원

'25년 민간·공공기관의 수요가 증가하고 (전년대비 12.0% ↑) 최근 5년간 민간·공공기관의 수요는 소방기관 수요보다 같거나 많이 나타남('25년은 2배 이상)



2) 유형별지원

최근 4년간 실검증 지원 수가 매년 가장 많았으나 '25년은 실검증 지원수보다 자문 지원수가 43.8% 더 많이 나타남



> 2025년 119리빙랩 서비스 지원 목록

연번	신청기관	수요처	요청내용
1	소방청(장비총괄과)	소방기관	금속화재 적응 소화물품(마른모래, 팽창질석, 팽창진주암 등) 성능 검증
2	미추홀소방서		구획실 화재 발생 시 수압배연(연기배출 관창) 효과 실증
3	중앙119구조본부		무호흡잠수 기술의 수난사고 대응(SOP313) 도입을 위한 실증
4	김해동부소방서		화목난로 취급 부주의로 인한 외부 발화의 내부 확산 경로 시뮬레이션
5	서울소방본부		특수보호복(언더슈트)의 유해물질 차단, 땀 배출 정도 등 성능 검토
6	강원소방본부		점화원 유형별 최성기 도달 시간 비교·분석 시뮬레이션
7	부산소방본부		TIG 용접 조건별 화재 발생 가능성 측정에 대한 기술 지원
8	부산소방본부		다중이용업소 연기확산 제어시스템(수막설비) 구축을 위한 화재실험 기술 지원
9	소방청(장비총괄과)		공기호흡기 용기 이상현상에 따른 안전성 검증
10	중앙119구조본부		무호흡잠수의 수난구조 접목에 대한 구조대원 인식 설문조사 지원
11	포천소방서		대원 안전사고(화상) 발생으로 인한 두건 성능 자문 지원
12	전주대학교	유관기관	실감기반 첨단소방훈련체계 구축 R&D 성과물에 대한 소방대원 실증(1차)
13	호서대학교		유해가스 현장 안전성 확보를 위한 대응기술 개발 R&D 성과물에 대한 소방대원 실증
14	호서대학교		수중야외 연속 위치추적 시스템 기술 개발 관련 최종성과물에 대한 자문
15	전주대학교		실감기반 첨단소방훈련체계 구축 R&D 성과물에 대한 소방대원 실증(2차)
16	한국로봇융합연구원		2025년 인명탐색 및 화재진압 로봇 개발 관련 소방전문가 자문 지원(1차)
17	호서대학교		비상탈출장비 1차 시제품에 대한 자문 지원

연번	신청기관	수요처	요청내용	
18	금오공과대학교	유관기관	신개념 김서림 방지 기술의 소방현장 적용 가능성 검증	
19	한국교통연구원		긴급차량 우선신호 운영 현황 및 실태 설문조사 지원	
20	호서대학교		화재현장 실내수색 무인이동체 개발 관련 자문 지원	
21	호서대학교		비상탈출장비 2차 시제품에 대한 자문 지원	
22	한국산업안전보건공단		건설현장 점화원·가연물 실증실험 자문 지원	
23	한국산업안전보건공단		건설현장 점화원·가연물 실증 기술 지원	
24	호서대학교		인체공학 설계 기반 탄소섬유를 이용한 한국형 소방용 방화헬멧(Type B)최적화 기술에 대한 자문 지원(1차)	
25	호서대학교		공기안전매트 제품화 기술 및 성능 인증기준 개발 관련 설문조사 지원	
26	호서대학교		화재현장 실내수색 무인이동체 개발 관련 드론 성능 평가	
27	호서대학교		핸즈프리 열화상 디바이스 개발 관련 기존 열화상 카메라 성능 관련 자문 지원	
28	호서대학교		공기안전매트 제품화 기술 및 성능기준 개발 관련, 기존 제품에 대한 실증 자문	
29	호서대학교		인명탐색 및 화재진압 로봇 개발 관련 시나리오 자문 지원	
30	한국로봇융합연구원		2025년 인명탐색 및 화재진압 로봇 개발 관련 소방전문가 자문 지원(2차)	
31	호서대학교		인체공학 설계 기반 탄소섬유를 이용한 한국형 소방용 방화헬멧(Type B)최적화 기술에 대한 자문 지원(2차)	
32	(주)한컴라이프케어		산업체	경량화된 공기호흡기에 대한 활용성 및 운용성 자문 지원
33	엠라인스튜디오			VR 기반 지하주차공간 전기차 화재대응 훈련 콘텐츠 도입을 위한 설문조사 지원

▶ 119리빙랩 서비스 활성화를 위한 노력

1) 홍보 및 성과 환류

☑ 성과 사례집 발간·배포 및 대외 홍보

2024년 119리빙랩 주요 성과 및 현안 연구 결과를 공유하여 성과 환류를 진행했으며, '25년 한국안전학회 추계학술대회에서 119리빙랩 서비스 홍보 부스를 운영하였습니다.



☑ 소방기관 및 민간·공공기관 대상 설명회 개최

전국 권역별 설명회 총 7회를 개최하여 소방기관 331명, 외부 32명이 참석했으며, 2024년 119리빙랩 주요 지원 사례를 공유하고 소방 현장의 애로사항을 청취하였습니다.



☑ 산불분야 전문 연구기관과의 상호 발전방안 토론·논의

산불 화재 예방 및 대응을 위한 유기적 협력체계 구축을 위한 방안을 논의하고, 현안문제 해결을 위한 아이디어 공유 및 향후 공동 연구를 기획하였습니다.



2) 119리빙랩 성과 추적 조사

☑ 최근 3년간('22~'24) 리빙랩 지원 연구성과물 성과 추적 실시

119리빙랩을 통해 자문 및 실검증 등을 지원받은 소방 제품 및 기술의 실용화 촉진을 위해 매년 지원 이후 성과에 대한 추적을 추진하였습니다. 최근 3년간('22~'24) 서비스를 지원한 연구성과물 11건 대상 성과 추적 결과, 추가 연구개발 3건, 성과 활용 6건, 사업종료 2건으로 조사되었습니다.

연번	구분	지원 내용	지원년도	추적결과
1	R&D	특수복에 적용될 디스플레이 개발 관련 소방대원 자문	'22년	
2	R&D	국민안전로봇 및 통합운용시스템 실증	'22년	
3	R&D	영상 처리 성능 검증	'22년	
4	자체	스프링클러 배관용 분기티 및 스프링클러 배관 시스템 자문	'23년	
5	자체	금속화재 소화약제 개발품 효과 검증	'23년	
6	R&D	가상현실 화재 조사 시스템 개발을 위한 설문 조사	'23년	
7	R&D	화학테러 현장의 개발 기술 실증	'23년	
8	자체	AI 인원계수 장치 실증	'24년	
9	R&D	5톤급 전기소방차 개발 관련 소방공무원 자문	'24년	
10	자체	구조복 개발 관련 착용성 및 동작성 평가를 통한 편의성 검증	'24년	
11	R&D	수중야외 연속 위치추적 시스템 기술 개발 관련 성과물 검증	'24년	

3) 고객 대상 만족도 조사

'25년 119리빙랩 서비스를 받은 신청자와 서비스 운영 시 자문·기술 등 도움을 제공하는 지원자를 대상으로 만족도 조사를 실시하였으며, 개선 의견을 청취하여 향후 '119리빙랩' 체계 개선 및 고도화 방안 도출에 활용하고 있습니다.

[119리빙랩 서비스 만족도 조사 결과('25년도)]

응답자
총 89명
(신청자 27명, 지원자 62명)

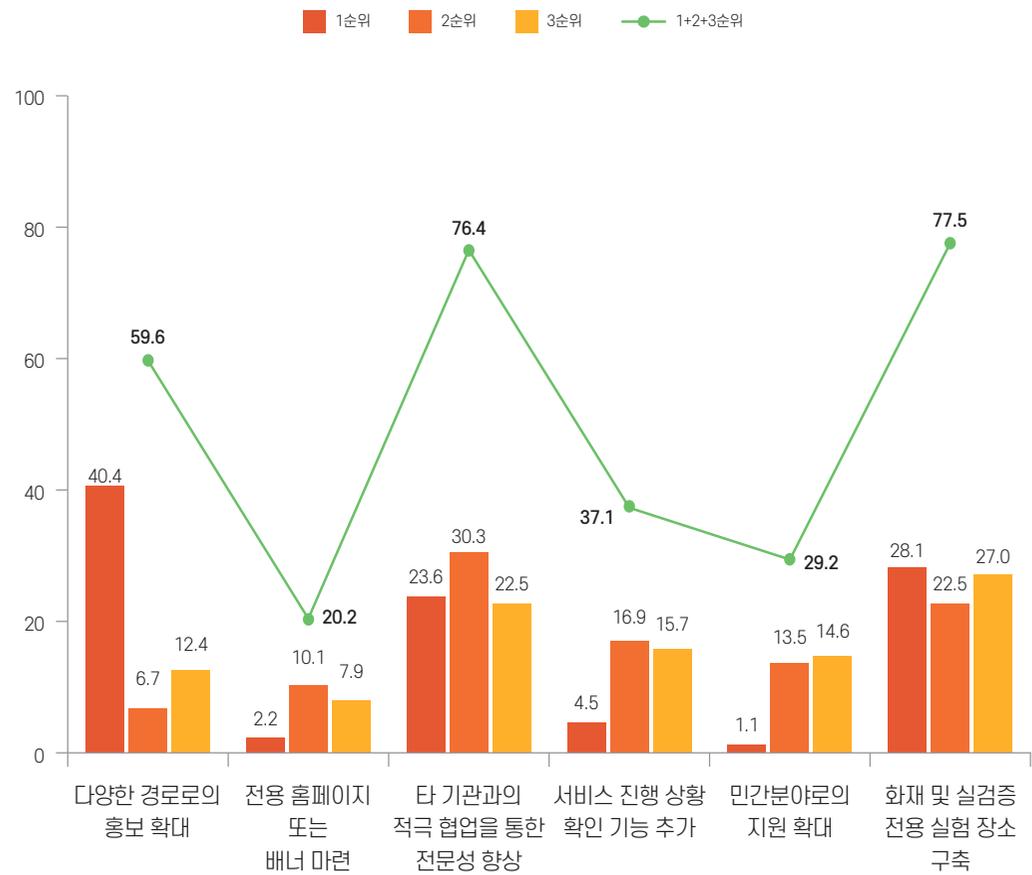
119리빙랩 서비스 만족도 종합 점수
90.06점
(2025년)

- 전반적 서비스 만족도에 대해 '매우그렇다' 응답률 1위, 서비스 발전을 위해 일부 개선 필요



연도	서비스 환경 및 품질	서비스 전문성	서비스 가치	종합
2024년	94.13점	93.33점	94.67점	94.04
2025년	89.79점	93.52점	86.85점	90.06점
증감	▼ 4.34	▲ 0.19	▼ 7.82	▼ 3.98(4.42%)

119리빙랩 서비스 개선 사항 도출



119리빙랩 서비스 발전을 위한 개선 필요 부분

- ① 화재 및 실·검증 전용 실험 장소 구축(1위, 77.5%)
- ② 타 기관과의 적극 협업을 통한 전문성 향상(2위, 76.4%)
- ③ 다양한 경로로의 홍보 확대(3위, 59.6%)
- ④ 서비스 진행 상황 확인 및 기능 추가(4위, 37.1%)
- ⑤ 민간분야로의 지원 확대(5위, 29.2%)



119리빙랩 서비스 주요 사례

자문지원

- 1 2025년 인명탐색 및 화재진압 로봇 개발 관련 소방전문가 자문 17
- 2 공기안전매트 제품화 기술 및 성능기준 개발 관련 기존 제품에 대한 실증 자문 18
- 3 비상탈출장비 소방장비 개발 관련 자문 19
- 4 경량화된 공기호흡기에 대한 편의성 등 자문 20
- 5 수중/야외 연속 위치추적 기술 개발 관련 자문 21

기술지원

- 6 TIG 용접 조건별 화재 발생 가능성 측정 22
- 7 점화원 유형별 최성기 도달 시간 비교·분석 시뮬레이션 25
- 8 화목난로 취급 부주의로 인한 외부 발화의 내부 확산 경로 시뮬레이션 28

실·검증

- 9 실감기반 첨단소방훈련체계 구축 R&D 성과물에 대한 소방대원 실증 29
- 10 구획실 화재 발생 시 수압배연 효과 검토 31
- 11 유해가스 현장 안전성 확보를 위한 대응기술 개발 R&D 성과물에 대한 소방대원 실증 33

1 2025년 인명탐색 및 화재진압 로봇 개발 관련 소방전문가 자문

자문지원

수요 대상
민간·공공기관



신청 기관
한국로봇융합연구원



배경 및 목적

화재 현장은 고온, 유독가스, 붕괴 위험 등 복합적인 위험 요소로 인해 소방대원의 직접적인 진입이 제한되는 경우가 많다. 이에 소방대원의 안전을 확보하고 신속한 인명 구조 및 화재 대응을 지원하기 위한 소방 로봇 기술의 필요성이 지속적으로 제기되고 있다. 한국로봇융합연구원은 소방용 4족보행 로봇과 트랙기반 화재진압 로봇, 멀티모달 센서를 활용한 인명탐지 및 화재진압 로봇을 개발하고, 실제 소방 현장 적용 가능성을 높이기 위해 기술 고도화를 추진하였다. 아울러 기술 개발 전반에 소방 현장의 요구사항을 반영하고자 119리빙랩을 통해 소방 전문가 자문을 실시하였다.

주요 내용

1단계 개발이 완료된 소방용 4족보행 로봇 기반 인명탐지 솔루션, 트랙기반 화재진압 로봇 등에 대한 시연을 통해 성능을 확인하고, 이를 바탕으로 전문가 자문을 실시하였다

자문 결과, 인명탐지 기능은 녹음된 음성 안내 활용이 효과적이라는 의견이 제시되었으며, 4족보행 로봇은 무선 조종 중심보다는 소방대원과 동행하는 자율이동 기능을 우선 고려하고 자동 복귀, 공구 탑재 등 현장 활용 기능 강화가 필요하다는 의견이 도출되었다. 또한 배터리 사용시간 개선을 위한 에너지 효율 향상 필요성이 제기되었다.

조종기는 화면 확대 및 고휘도 적용을 통한 가시성 개선과 다수 로봇의 선택적 제어 기능 검토 필요성이 제시되었으며, 멀티모달 센서는 기능별 모듈화와 임무별 선택 탑재 구조 적용을 통해 현장 운용 유연성을 높일 필요가 있다는 의견이 도출되었다.

트랙기반 화재진압 로봇은 방수총 수압 조절 기능 추가와 통신·전원선 내부 배치 등 운용성 개선이 필요하다는 의견이 제시되었으며, 운용 차량은 로봇 종류별 적재 구조 분리 및 현장 지휘관의 상황 인지를 지원할 수 있는 공간 활용 방안이 제안되었다. 이와 함께 통신 두절 시 자동 복귀 기능, 내열 대응 장치 도입, 험지 극복 성능 및 주행 속도, 추가 탑재 하중 등 주요 정량 목표 상황이 차기 개발단계 사양 구체화에 반영될 수 있도록 하였다.



▲ 4족 보행 로봇 기동성 시연



▲ 로봇을 이용한 진압 시연

2 공기안전매트 제품화 기술 및 성능기준 개발 관련 기존제품에 대한 실증 자문

자문지원

수요 대상
민간·공공기관



신청 기관
호서대학교



배경 및 목적

공기안전매트는 고층 화재 현장에서 인명 구조를 위한 핵심 안전 장비이나, 제품별 성능 편차와 사용 조건에 따른 안전성 차이로 인해 현장 활용에 한계가 지적되어 왔다. 특히 낙하 높이와 공기 주입 방식에 따른 충격 흡수 성능과 낙하 안전성에 대한 실증 자료와 명확한 성능 기준이 부족한 실정이다. 이에 기존 공기안전매트 상용 제품을 대상으로 실증 평가를 실시하여 성능 수준을 비교·분석하고, 향후 제품화 기술 및 성능 인증기준 개발을 위한 개선 방향을 도출하고자 119리빙랩을 통해 소방 전문가 자문을 실시하였다.

주요 내용

기존 공기안전매트 4종과 신규 개발 제품 2종을 대상으로 낙하 높이 및 공기 주입 방식에 따른 성능 평가를 실시하고, 상·차·고온 환경에서의 낙하시험, 충격 흡수 성능, 낙하 안전성 등을 종합적으로 검증하였다

실증 및 자문 결과, 제품 간 낙하 안전성과 내구성 측면에서 성능 편차가 큰 것으로 나타났으며, 모든 제품에서 측면 또는 모서리 낙하 시 낙하자 이탈 및 반발 위험이 공통적으로 확인되었다. 또한 충격 분산 구조의 한계, 주·야간 시인성 부족, 설치·회수 과정에서의 사용자 편의성 미흡 등 현장 활용성 측면의 개선 필요성이 도출되었다.

제조사(국)별로는 경량성과 설치·복원 속도에서 강점을 보이는 제품과 충격 흡수 및 내구성 측면에서 우수한 성능을 보이는 제품이 상이하게 나타났으며, 일부 제품은 종량·부피·내구성 측면에서 국내 화재 현장 적용에 한계가 있는 것으로 평가되었다. 이에 따라 향후 공기안전매트 개발 시 이탈 방지 및 충격 분산 중심의 구조 보강, 경량화 및 기동성 향상, 사용자 중심의 시인성 및 안내 요소 강화가 핵심 개선 방향으로 제시되었다.



▲ 실험 준비 과정



▲ 더미 시험(충격흡수성 시험)



▲ 낙하시험

3 비상탈출장비 소방장비 개발 관련 자문

자문지원

수요 대상

민간·공공기관



신청 기관

호서대학교



배경 및 목적

소방대원은 소방 현장에서 위험 상황이 발생했을 때 개인탈출을 위해 비상탈출용 소방장비를 활용할 수 있다. 이 장비는 소방관이 활동 시 필수적으로 착용하는 개인보호장비와 별개로 준비해야 하므로 휴대 물품이 늘어나 장비의 총중량이 증가하고 소방관들의 동작 및 작업 효율을 저하시킬 수 있다. 또한 현재 비상탈출용 소방장비는 국내 인증기준이 부재하여 해외 수입제품에 의존하고 있다. 이에 따라 2024년부터 소방청에서는 「공기호흡기에 탈부착 가능한 비상탈출용 소방장비 개발」 과제를 통해 공기호흡기 등지계에 탈부착이 가능하도록 비상탈출용 소방장비의 핵심부품을 개발하고 성능평가를 통해 장비 기본규격을 제정하고자 하였다. 과제를 수행하는 호서대학교에서는 개발 중인 시제품에 대한 소방대원의 의견을 수렴하고자 119리빙랩을 요청하였다.

주요 내용

기존에 소방에서 사용하던 외산 제품 5종과 개발 중인 시제품 간의 장단점을 분석하여 핵심부품 개발을 위해 비상탈출용 소방장비를 많이 사용하는 소방학교 교관들과 출동 수가 많은 소방대원으로 자문위원 총 8명을 구성하였다. 장단점 분석 결과 후크, 로프, 하강(제동)장치 등이 디자인 및 성능에서 차이를 보이는 주요 부품으로 나타났다. 과제 수행기관에서는 이를 토대로 부품을 설계하고 등지계에 탈부착 가능한 시제품을 개발하였다. 자문위원의 시제품 직접 착용 및 활동성 평가를 통해 다양한 의견이 도출되었다. 지속적인 소방대원의 의견이 수렴되어 시제품 개선 및 고도화에 도움이 될 수 있도록 119리빙랩을 지원할 예정이다.



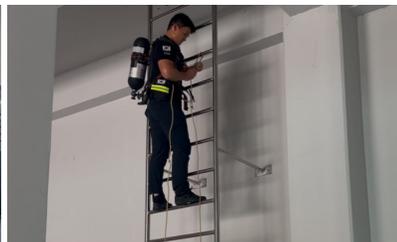
▲ 소방대원 의견수렴(1차)



▲ 소방대원 의견수렴(2차)



▲ 시제품 착용 후 활동성 평가(1차)



▲ 시제품 착용 후 활동성 평가(2차)

4 경량화된 공기호흡기에 대한 편의성 등 자문

자문지원

수요 대상

민간·공공기관



신청 기관

한컴라이프케어



배경 및 목적

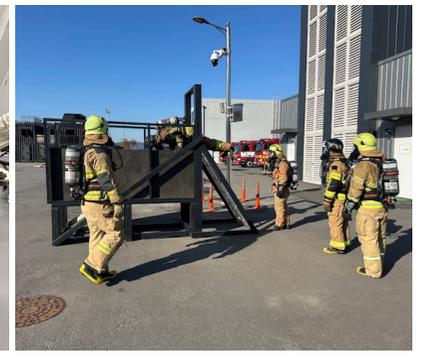
소방대원은 소방 활동 중 신체를 보호하고 작업 효율의 향상을 위해 개인보호장비를 포함하여 다양한 장비를 착용한다. 기존 소방장비의 중량은 약21.24kg으로 그 중 공기호흡기는 약12kg로 56%를 차지한다. 따라서 공기호흡기로 인해 편의성이 떨어지고 피로도가 감소하여 활동성이 떨어질 수 있다. 이에 따라 2023년부터 소방청에서는 「소방관용 공기호흡기 고성능 및 경량화 기술개발」 과제를 통해 공기호흡기를 경량화하여 소방대원의 구조 역량을 극대화하고자 하였다. 2024년 과제를 수행하는 ㈜한컴라이프케어에서는 인체공학적 설계를 기반을 탄소섬유 복합재료를 이용한 경량 및 고성능 공기호흡기를 개발하였다. 이 공기호흡기는 기존 중량의 13.6%를 경량화하고 용기의 사용 시간을 45분에서 60분으로 증가시켰다. 과제가 종료된 후에 공기호흡기의 용기 결착 각도(90도, 180도)에 구매받지 않도록 별도 장치를 개발하고 열화상 인명 구조경보기(PASS-TIC)를 통해 대원의 상태 표시를 외부에서 실시간으로 관제할 수 있도록 하는 등 개발품을 자체적으로 고도화하였다. ㈜한컴라이프케어에서는 고도화된 개발품을 실제 소방대원 착용 시 편의성에 대한 의견을 수렴하고자 119리빙랩을 요청하였다.

주요 내용

개발품에 대한 의견은 소방대원이 개발품을 모두 착용하고 동작성, 활동성, 착용성을 평가하여 도출되었다. 동작성은 목, 몸통, 팔 등을 회전하거나 굽힘에 따른 불편 정도를 확인하였고 활동성은 사다리 이동, 좁은구역 통과, 애니 운반, 호스 끌기, 계단 오르내리기 등의 활동을 하면서 느끼는 불편함을 확인하였으며 착용성은 구조·진압 시나리오 수행에 따른 기능에 대한 평가를 하였다. 그 결과, 기존 공기호흡기 대비 개발품은 무게가 경량화되어 이동 편의성이 향상되었고 체형에 맞게 호흡기 어깨끈을 설정할 수 있어 신체 적합도가 향상되었다는 긍정적 의견이 많았다. 하지만 고도화된 기능들에 대한 개선 의견이 도출되어, 향후 수행기관에서는 이를 반영한 시제품으로 실증을 추진할 예정이다.



▲ 신규 공기호흡기 특징 설명



▲ 동작성, 활동성, 착용성 평가

5 수중/야외 연속 위치추적 기술 개발 관련 자문

자문지원

수요 대상

민간·공공기관



신청 기관

호서대학교



배경 및 목적

재난 상황 발생 시 수중에서 구조활동 중인 소방대원의 위치를 실시간으로 파악하고 유사 시 신속히 구조하기 위해서는 수중과 야외의 위치를 연속적으로 추적할 수 있는 기술개발이 필요하다. 야외에서의 위치는 GPS를 이용하여 추적이 가능하지만 수중의 위치를 추적할 수 있는 기술은 국내·외적으로 전무한 실정이다. 이에 따라 2022년부터 소방청에서는 「재난상황 소방대원의 수중/야외 연속 위치추적 시스템 기술 개발」 과제를 통해 재난 현장에서 위험 상황 시 소방대원의 위치를 신속히 구조하여 소방대원의 안전을 확보하고자 하였다. 과제를 수행하는 호서대학교에서는 개발품에 대한 고도화를 위해 소방대원의 의견을 수렴하고자 119리빙랩을 요청하였다.

주요 내용

개발품은 수중에서 이동하는 특정 물체의 위치를 파악하기 위한 기술로써, 수중 자원개발, 수중 환경모니터링, 수중 센서 네트워크, 수중 드론 등 다양한 분야에서 핵심 기술로써의 가치가 있지만 소방 현장에서 사용하기에는 수신기와 발신기의 거리 문제, 수신기의 이동 방법 등의 한계가 존재하였다. 이를 해결하기 위해 소방대원을 대상으로 개발품의 고도화를 위한 다양한 의견을 수렴하였다. 주요 의견으로는 1.다이빙컴퓨터 및 나침반 기능과 발신기 기능 통합하여 장비 간소화 2.단말기 배터리를 디스플레이에 내재화하여 장비 간소화 3.단말기 위치 알림방식 변경 4.소방현장에서 활용하는 시스템과 연계하여 활용성 도모 5.발신기의 신체 고정 방식 변경 등이 도출되었다. 소방현장에 적용할 수 있도록 고도화된 기술이 개발되어 소방대원의 안전 확보에 기여할 수 있기를 기대한다.



▲ 소방대원 의견수렴(1차)



▲ 소방대원 의견수렴(2차)

6 TIG 용접 조건별 화재 발생 가능성 측정

기술지원

수요 대상

소방기관



신청 기관

부산소방본부



배경 및 목적

건축물 공사 현장에서 주로 사용하는 텅스텐 아크 용접(TIG) 시 발생하는 용융물이 인접 건축 자재와 보온재 등에 불티로 인한 화재 발생 위험성 검증 필요하여 재현실험을 하였다. 이는 2025년 2월 부산광역시 기장군에서 발생한 반얀트리 리조트 화재(인명피해 8명)에서도 발화 원인으로 지적되면서 TIG 용접은 화재가 발생하지 않는다는 통념이 있어 피해현장과 유사한 환경을 구성하여 TIG 용접 시 발생하는 용융물 낙하의 비산 형태와 보온재 등에 착화 가능성을 검증하였다.

수행 내용

공사 현장에서 주로 사용하는 용접 조건*에 따라 실험체를 구성하였고, 용접 전문가에 의해 실제 현장에서 사용하는 용접방법을 적용하였다. 용접 시 지면으로 불티가 낙하하여 확산되는 양상과 부산 반얀트리 화재 현장 재현(공사 현장을 재현한 먼지 및 지피물 등 재현)으로 TIG 용접 시 배관 착화 가능성을 확인하였다. **그림 1**

* 전극 직경(φ 2.0mm), 전류(80A), 아르곤 가스 유량(17.5 L/min)

그림 1 TIG 용접 실험체의 구성 및 용접 현장 재현



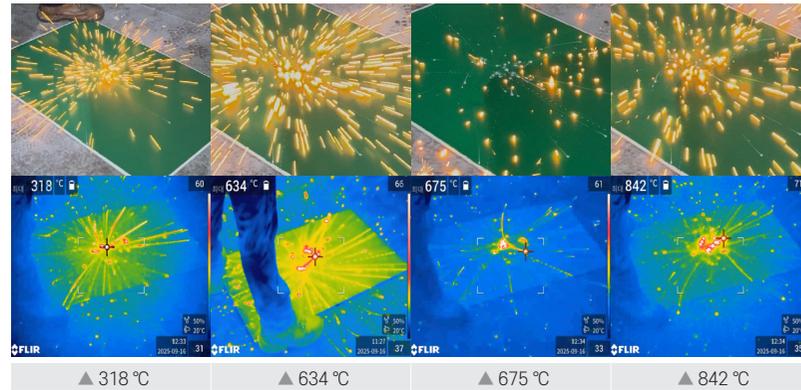
수행 결과

TIG 용접 시 발생하는 불티는 약 70°C~800°C 이상으로 다양하고 넓은 범위로 확산하며, 난연성 배관보온재에도 공사 현장에서 발생하는 지피물, 먼지 등의 축적으로 열이 축적될 수 있는 환경이 구성되면 착화할 가능성이 있는 것으로 도출되었다. 또한, 용접 환경에서 수직 배관의 형태일 경우 화재 확산 속도는 증가한다.*

* NFPA 92, ISO 834 등의 실험에서 연소가 수직면을 따라 상승할 때 2~5배 증가하고 FDS 해석에서도 벽면을 따라 상승하는 플룸은 3~5m/s 속도로 상승함

[불티 낙하 양상] 일정 높이(지면으로부터 약160cm)에서 TIG 용접으로 인한 불티 낙하 시 약 3m 이상 확산하며, 지면에 떨어진 불티·스패터의 순간적인 고온은 318~842°C로 낙하지점에 인화성 가연물 등이 있을 시 화재 확산 가능한 것으로 사료된다. **그림 2**

그림 2 불티·스패터 낙하 시 양상과 순간적인 온도 측정

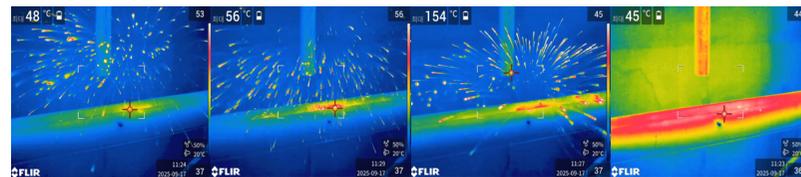


참고. 용접에 의한 불티, 스패터 등 확산 관련 문헌

- * NFPA 51B(용접·절단 등 화기작업 화재예방 표준)과 OSHA 1910.252에서는 공통적으로 작업 반경 35ft(약 10.7m) 내 가연물 이격·차폐를 기본 원칙으로 함
- * 일반적인 아크용접(SMAW, GMAW) 또는 일반용접(spatter 전체) 조건에서 11~15m까지 불티(스패터)가 수평으로 비산한 연구*는 있지만 TIG의 특화는 아님
- * Analysis of the Thermal Characteristics of Welding Spatters in SMAW Using Simplified Model in Fire Technology(Yeon and Woo, 2020)
- ※ 일반적으로 TIG 용접은 스패터, 불티가 적은 공정으로 관련 연구가 상대적으로 적음

[사고 현장 재현실험] 건축물 내 TIG용접 작업을 가정한 실험에서는 상부 용접 시 하부 천공된 공간으로 불티 또는 스패터가 떨어져 하부 배관에 낙하하여 비산하는 형태를 확인 할 수 있었으며, 그때의 순간적인 온도는 약 300°C 이상으로 측정되었다. **그림 3**

그림 3 상부 용접 시 낙하하는 불티의 비산 형태 및 온도 측정



또한, 화재 현장과 동일한 난연성 발포폴리에틸렌(FOAM PE) 보온재의 일반적인 상황과 공사 현장 등을 가정한 지피물(분진) 등이 있는 경우 비교한 결과, 지피물이 있을 시 배관이 착화하여 불기둥(플럼)이 형성되어 화재가 확산되었다. **그림 4**

화재 현장에서 사용한 배관 보온재는 난연성 발포폴리에틸렌(FOAM PE)보온재이며, 폴리에틸렌(PE)발포품은 본질적으로 가연성 소재로 적절한 열원이나 스파크 접촉 시 발화 가능성이 존재한다. 폴리에틸렌폼은 약 350°C에서 착화가 되며, 난연성 처리가 되어 있는 배관보온재의 경우 일반 PE폼보다 내열성이 높지만, 본 실험에서 측정된 결과 TIG 용접으로 발생한 불티(스패터)는 약 800°C 이상으로 측정되었다. **그림 5**

그림 4 배관 분진(지피물) 등 있을 경우 온도 및 성상

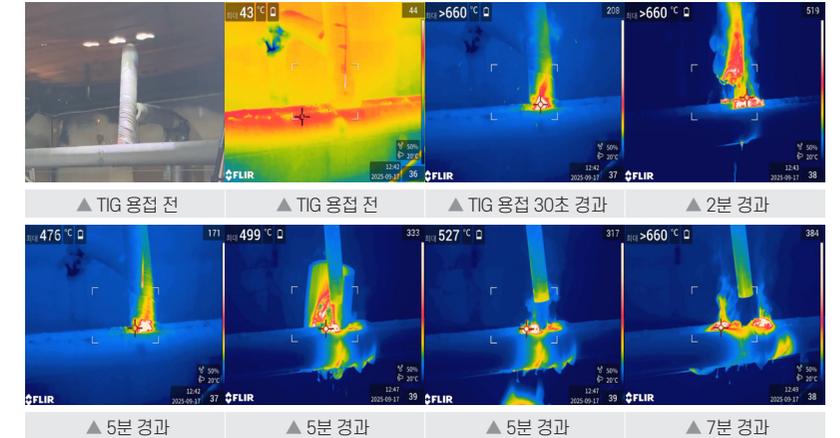


그림 5 하부배관이 불티(스패터)에 의해 용융된 현상



참고. PE폼 배관보온재 특성

- 일반적으로 PE폼의 착화온도는 환경에 따라 차이는 있지만 약 350°C 전·후로 불티가 직접 닿거나, 금속을 통해 전도되는 열로도 착화는 가능함
예) 금속 표면에 밀착된 PE 폼 과열→용융(170~180°C)→혼소현상→착화(약 350°C 이상)
- 비난연(일반)PE폼은 탄소·수소로만 구성되어 연소성이 높지만, 이에 난연 처리를 하여도 불꽃, 스파크, 용접 불티의 직접 접촉으로는 위험요소 존재함
- 일반 무기계 보온재(암면, 미네랄울 등)에 비해 내열성 및 착화저항성이 상대적으로 낮을 수 있음

7

점화원 유형별 최성기 도달 시간 비교·분석 시뮬레이션

기술지원

수요 대상

소방기관



신청 기관

강원소방본부



배경 및 목적

강원도 동해시에 위치한 사찰에서 화재가 발생하여 법당 1동이 전소되는 피해가 발생하였다. 해당 화재는 현장이 훼손되어 명확한 화재 원인 규명이 어려운 상황이다. 특히 법당 내부에 다수의 양초가 존재하는 사찰 특성상, 양초 화원에 의한 화재가 단시간 내 대형 화재로 성장할 가능성에 대한 과학적 검토가 필요하다. 실제 현장이 전소되어 물리적 증거 확보가 제한된 상황에서, 화재 성장 속도 및 최성기 도달 가능성을 정량적으로 평가할 수 있는 대안적 방법이 요구된다. 본 연구는 화재시뮬레이션을 통해 법당 공간을 가상 재현하고, 점화원 유형(양초)에 따른 초기 연소 및 화재 성장 특성을 분석하는 것을 목적으로 한다. 이를 통해 최성기 도달 가능성을 검토하고, 원인 및 확산 현상에 대한 객관적 판단 근거를 제공하고자 한다.

수행 내용

본 연구에서는 강원도 법당 화재를 대상으로 **그림 1**, 점화원 유형(촛불, 등유)에 따른 초기 연소 특성과 화재 성장 속도 및 최성기 도달 가능성을 화재시뮬레이션(FDS)을 통해 비교·분석하였다. 강원소방본부에서 제공한 현장 자료를 바탕으로 법당 공간과 내부 가연물 배치(불상, 양초, 목재 선반, 바닥·벽면, 피아노, 책 등)를 실제와 유사하게 모델링하였다. **그림 2** 출입문은 폐쇄 상태로 가정하되 누설(leak)을 설정하여, 제한된 환기 조건 하에서의 연소 거동과 화재 성장 특성을 재현하였다. 점화원은 촛불 화재(파라핀 왁스)와 인위적 가연물(등유) 두 가지 시나리오(**표 1**)로 구분하여, 각 경우에 대한 열방출률, 연소생성물, 화염 확산 양상을 비교하였다. 이를 통해 법당과 같은 밀폐·고가연물 공간에서 점화원 유형에 따라 화재가 30분(1800초) 이내 최성기에 도달할 수 있는지 여부를 정량적으로 평가하였다. 시뮬레이션 결과는 화재 원인 가능성과 화재 성장 메커니즘을 객관적으로 판단하는 기초자료로 활용될 수 있도록 구성하였다.

그림 1 건물 외관 모사 결과(화재시뮬레이션(FDS))



그림 2 사찰 내부 모사 결과(화재시뮬레이션(FDS))



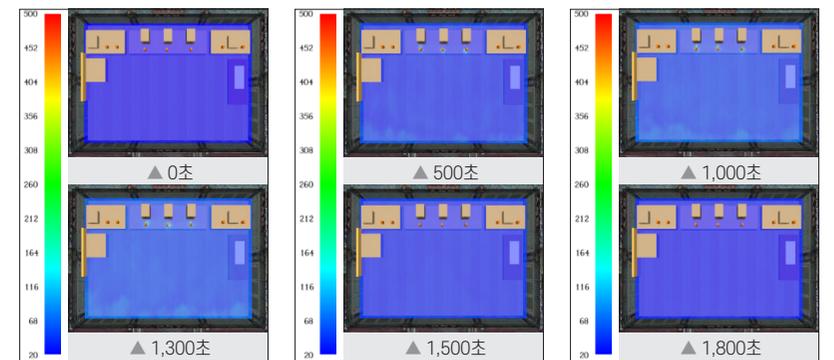
[표 1] 점화원 열적 물성

구분	경우 1: 양초에서 발화	경우 2: 등유(인적 재해 고려)
연료명	정제 파라핀 왁스	등유 (Kerosene)
열방출률[kW/m²]	약 40~80	약 80~100
CO생성률[kg/kg]	약 0.01~0.02	약 0.04~0.1 kg/kg
SOOT생성률[kg/kg]	약 0.03~0.06	0.015 kg/kg
원소비	탄소: 약 85~87%	탄소(C): 약 86%,
	수소: 약 13~15%	수소(H): 약 13%,
연소열[kJ/kg]	43000~46000	43000

수행 결과

양초(파라핀 왁스)를 점화원으로 설정한 경우, 양초 자체는 지속적으로 연소되었으나 인접한 선반, 불상, 합판, 피아노 등 주요 가연성 물질로의 연소 확대 및 화재 전이는 제한적인 것으로 분석되었다. 약 1,300초(약 22분) 경과 후 양초 연소가 종료되었으며, 이는 밀폐된 공간 조건과 가연물의 제한된 연소 참여로 인한 것으로 해석된다. 내부 온도 분포를 분석한 결과, 천장 제트(ceiling jet) 및 개구부 영향을 받아 화원 반대편 벽면 및 천장 부근의 온도가 먼저 상승하는 경향이 나타났으며, 이는 환기 흐름에 따른 열 이동 특성을 반영한 결과이다. 높이 1.0 m 지점의 2차원 온도 분포(temperature slice) 분석 결과, 법당 내부 최고 온도는 약 80 °C 수준으로 나타나 주변 가연성 물질의 일반적인 착화온도보다 낮아, 양초 화재만으로는 실내 가연물의 연속적인 착화 및 전소로 이어지기 어려운 것으로 평가되었다. **그림 3**

그림 3 양초 시뮬레이션 구동 결과

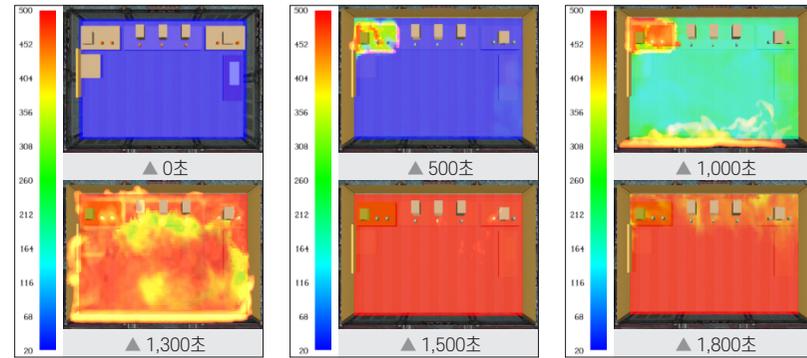


※ 온도범위(Temperature scale: 20°C[파란색] → 500°C[빨간색])

반면, 등유를 점화원으로 설정한 경우에는 화재 성장 특성이 크게 달라졌다. 등유가 묻은 선반이 순간적으로 연소한 이후, 착화온도에 도달한 주변 가연성 물질 및 실내 공간으로 화재가 확산될 가능성이 확인되었다. 입력 조건에 따라 차이는 존재하나, 시뮬레이션 결과 약 5~6분 이내에 법당 전소 상태에 도달할 가능성이 있는 것으로 분석되었다. 이는 등유의 높은 연소열과 높은 열방출률에 의해 단시간에 실내 열

환경이 급격히 악화되기 때문으로 해석된다. **그림 1** 다만, 등유가 뿌려진 면적과 위치는 본 시뮬레이션에서 임의로 설정된 조건이므로, 실제 개구부 크기, 내부 가연성물질의 분포 및 양에 따라 화재 성장 양상은 달라질 수 있다.

그림 1 등유 시뮬레이션 구동 결과



※ 온도범위(Temperature scale: 20°C[파란색] → 500°C[빨간색])

기술적 관점에서 보면, 등유 조건에서의 전소 가능성은 기존 화재공학 기준과도 일치하는 결과이다. 일반적으로 실내 화재에서 열방출률이 약 1MW 이상에 도달하고, 상부층 온도가 약 550~600 °C에 이르면 플래시오버(flashover)가 발생할 수 있는 것으로 알려져 있다(ISO 9705, Room Corner Test)¹⁾. 본 연구에서 적용한 등유 연소 특성(열방출률 80~100kW/m²)을 고려할 때, 일정 면적 이상에서 연소가 발생할 경우 이러한 임계 조건에 단시간 내 도달할 가능성이 충분히 존재한다. 이는 문헌(Eugene Yujun Fu et al., 2021)²⁾에서 제시된 플래시오버 예측 기준과도 부합하는 경향이다.

종합하면, 화재시뮬레이션 결과 양초만으로는 본 조건의 법당 공간에서 전소에 이르기에는 한계가 존재하는 반면, 등유가 살포된 상황을 가정할 경우에는 단시간 내 플래시오버 및 전소로 이어질 가능성이 있는 것으로 평가되었다. 다만 본 연구는 사찰 도면, 내부 가연성물질의 정확한 분포 및 물성, 점화원의 연소 전 상태 등에 대한 정보가 제한된 상황에서 수행된 시뮬레이션이므로, 화재 확산 및 성장 경향을 파악하는 참고 자료로 활용하는 것이 바람직하다.

1) ISO9705(Fire testing according to Room Corner Test)
 2) Eugene Yujun Fu, et al., "Predicting Flashover Occurrence Using Surrogate Temperature Data", The thirty-Fifth AAAI Conference on Artificial Intelligence(AAAI-21), pp 14785-14794.

8

화목난로 취급 부주의로 인한 외부 발화의 내부 확산 경로 시뮬레이션

기술지원

수요 대상

소방기관



신청 기관



배경 및 목적

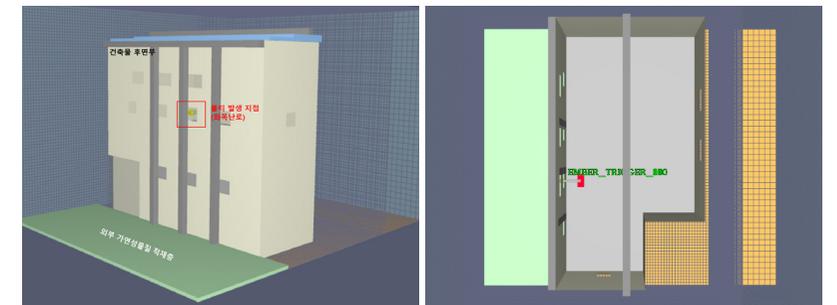
김해시 소재 공장 화재에서 화목난로 연통의 불티가 외부 가연물(PET병 더미)로 비산되어 착화된 후, 창문을 통해 내부로 연소가 확산되며 공장 내부 전소로 이어지는 사고가 발생하였다. 이러한 화재는 단순 외부 착화가 아닌, 불티의 비산-외부 가연물 착화-개구부를 통한 내부 확산이라는 연쇄적 경로를 통해 대형 화재로 확대될 수 있음을 보여준다. 본 연구는 화재 시뮬레이션 기반 화재 확산 현상을 과학적으로 규명하는 것을 목적으로 하며, 유사 화재의 재발 방지와 현장 중심의 예방·대응 전략 수립에 기여하고자 화재시뮬레이션 분석을 요청하였다.

수행 내용

본 연구에서는 건물 내부 화목난로에서 발생한 불티(ember)가 외부 하층부에 적재된 가연물에 착화되어 화재로 확대될 가능성을, 화재 발생 당시의 풍속·외기온도 등 기상 조건을 반영하여 분석하였다. 불티 거동은 FDS 화재시뮬레이션의 WUI 화재 코드 내 ember 기능을 적용하였다. 해당 ember 모델은 산림화재용 기능이므로 일반 건축물 화재 적용 시 해석상의 한계와 오차 가능성을 함께 고려하여 결과를 분석하였다. 또한 송풍기 및 외부 창문 등 구조물에 따른 공기 유동과 연소 환경 변화를 반영하여 불티 이동과 착화 과정을 재현하였다. **그림 1** **그림 2**

그림 1 시뮬레이션 구동 형상(입면도)

그림 2 시뮬레이션 구동 형상(단면도)



수행 결과

화재시뮬레이션 구동 결과, 화목난로에서 발생한 불티에 의해 외부 하부에 적재된 가연성 물질이 착화될 가능성은 매우 낮은 것으로 분석되었다. 다만 불티의 외부 유동을 지배하는 상세 물성 및 난류·비산 메커니즘에 대한 정보 부족과 모델 자체의 한계로 인해 실제 화재 현상과 차이가 발생할 가능성은 존재한다. 불티가 지속적으로 생성되어 외부 가연성 물질과 반복적으로 접촉하는 조건에서도, 발화온도를 100 °C로 설정한 경우 착화 반응은 발생하지 않았다. 특히 극한 조건을 가정하여 바람에 의해 불티가 특정 구역에 집중적으로 유입되도록 설정하였음에도, 지속적인 접촉만으로는 착화가 유도되지 않는 것으로 확인되었다.

9

실감기반 첨단소방훈련체계 구축 R&D 성과물에 대한 소방대원 실증

실·검증

수요 대상

민간·공공기관



신청 기관

전주대학교



전주대학교
JEONJU UNIVERSITY

배경 및 목적

소방청 R&D의 연구성과물로 구축된 테스트베드*와 소방 훈련 10종의 콘텐츠의 실효성 검증 및 소방대원 의견을 반영한 개선 사항 도출을 위해 2차에 걸쳐 실증을 진행하였다. 1, 2회차에 걸쳐 실증한 소방대원은 30명, 국립소방연구원 직원은 21명이 참석하였고, 소방대원은 실제 소방 현장에서 운영되는 팀 단위로 구조대원 위주로 선정하여 실증하였다. 소방대원의 실증을 통해 소방대원 훈련 콘텐츠가 실제 훈련 상황과 유사한지와 이질감이 없는지에 대한 개별적인 평가도 진행하여 부족한 사항과 개선이 필요한 사항을 반영하여 연구성과물 고도화를 지원하였다.

- 가상실증 연구센터, 국립소방연구원 공주 이전부지('26년 9월 이전 예정)에 본 청사 외 기 구축된 시설물로 R&D의 연구성과물을 국립소방연구원에 기부채납한 테스트베드



- (사업명) 실감기반 첨단소방훈련체계 구축연구
- (연구개요) 2019.12월~2025.2월(5년, 6개월 연장)
- (사업비) 총 200억원
- (건축규모) 건축비 약 75억 / 연면적 2,445.83㎡(2F)
- (사업목표) VR기반 팀·개인 훈련 시나리오·콘텐츠 개발 및 첨단 훈련공간(대·소규모) 구축

가상실증 연구센터 내부 환경 구성



▲ 개방형 공간(1F)



▲ 폐쇄형 공간(2F)



▲ 개인형 공간(2F)

수행 내용

1차 실증에 참여한 소방대원을 대상으로 1개월간의 수정사항을 반영하여 고도화를 진행한 콘텐츠를 다시 적용하였을 때, 소방대원의 평균 만족도는 3.2점(5점 만점)으로, 보통 이상으로 평가되었다. 다만, 콘텐츠의 구동에 다양한 의견들이 도출되었고 이를 반영하여 최종 성과물 도출에 지원한 사례이다.

소방대원 가상훈련 콘텐츠 실증 1



▲ 사전 브리핑 및 실증 준비



▲ 개방형 훈련 시나리오 수행



▲ 폐쇄형 훈련 시나리오 수행



▲ 개인형 훈련 시나리오 수행

소방대원 가상훈련 콘텐츠 실증 2



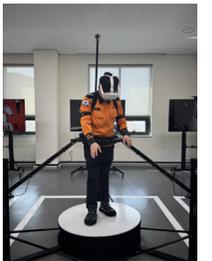
▲ 사전 브리핑 및 실증 준비



▲ 개방형 훈련 수행



▲ 폐쇄형 훈련 수행



▲ 개인형 훈련 수행

국립소방연구원 내부인원 체험



▲ 공간 브리핑(국립소방연구원장 참석)



▲ 개방형 훈련 공간 체험



▲ 폐쇄형 훈련 공간 체험



▲ 개인형 훈련 공간 체험

10 구획실 화재 발생 시 수압배연 효과 검토

실·검증

수요 대상

소방기관



신청 기관

미추홀소방서



배경 및 목적

최근 구획화된 건축물이 증가하고 복합가연물로 인한 열과 연기의 축적이 심화되고 있다. 소방대원은 화재 현장에서 열과 연기로부터 시야를 확보하고 화재의 성상을 확인하기 위해 배연 활동을 하게 된다. 배연은 연소하는 장소에서 농연 및 열 등을 계획적으로 제거하는 것으로 시야를 확보하고 연소 확대를 저지하는 등의 효과가 있어 개구부, 풍향, 화점 위치 등을 종합적으로 판단 후 실시하게 된다. 한편 배연에는 자연배연과 강제배연이 있다. 자연배연은 특별한 기계나 장비 없이 열연기의 온도차, 압력차, 부력, 풍압 등을 이용하는 것인 반면, 강제배연은 송풍기, 배연차와 같은 장비를 활용하여 강제적으로 열연기를 외부로 배출하는 방식이다. 이 중 수압배연은 고속분무에 의한 벤츄리 효과를 이용하여 연기와 열을 외부로 배출시키는 기법으로, 송풍기나 제연설비와 같은 특수장비를 활용하지 않고 소방용 관창을 이용할 수 있다는 것이 특징이다. 최근 소방대원이 화재실로 진입하지 않고도 수압배연이 가능한 하이드로벤트 관창이 시도로 보급됨에 따라 교육 및 훈련이 확대되고 있습니다. 미추홀소방서에서는 수압배연의 효과를 정량적으로 확인할 수 없어 장비 도입 시 애로가 발생하여 수압배연의 효과 검증을 119리빙랩 요청하였다.

수행 내용

실험을 통해 수압배연 관창 사용에 따른 연기농도 감소와 온도 저감 효과를 정량적으로 확인하여 구획화재 시 수압배연의 효과를 검토하였다. 실험 구조물로는 가로 6m, 세로 3m 크기의 컨테이너를 준비하고 내부에 화재실을 별도로 구성하였다. 구획실 외부에는 출입구와 창문이 한 개 있고 내부의 구획실은 창문을 하나 두고 화재실로 구성하여 자연배기가 가능하도록 하였다. 가연물은 목재와 폴리우레탄폼, 점화원은 휘발유로 하였다. 실험에는 제조사가 다른 두 가지 배연관창을 사용하였고 휴대용 감광식 연기농도계를 사용하여 구획실 내 연기 농도 변화를 측정하였다. 실험은 작은 연소대에 휘발유를 채워 점화하여 pool fire를 발생시키고 **그림 1** 착화 **그림 2** 후 1분간 구조물 외부 창문을 제외하고 모든 개구부를 폐쇄하여 연기 발생을 유도하였다. **그림 3** 그 후에 화재실 내부 창문을 개방하여 단방향 공기흐름을 형성하게 하고 배연관창을 활용하여 수압배연을 실시하였다. **그림 4**

그림 1 poolfire 준비



그림 2 착화



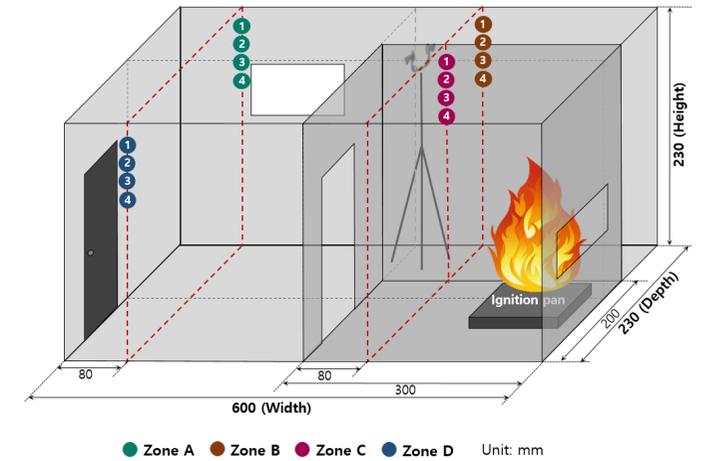
그림 3 수압배연(0.7Mpa)



그림 4 연기발생(1분간)



실험을 위해 내부 온도와 연기 농도를 실시간으로 측정하였다. 구획실을 네 구역으로 구분하여 측정 센서를 위치시켰다. A구역은 배기구와 인접한 구조물의 상층부, B구역은 연기농도 측정부의 구조물 상층부, C구역은 화재실 내 화점 인근의 구조물 상층부, D구역은 연기흐름 경로 중 구조물 상층부이다.



▲ 온도 및 연기농도 측정 센서 위치

수행 결과

구조물의 내부 구획실에서 화재 발생 시 전체 구조물에서 개구부 1개(창문)만이 개방되어 내부로의 대원 진입이 불가한 상황을 구현하여 구조물 내부에 열과 연기가 가득찬 경우 대원이 진입하지 않고 외부 개방된 창을 통해 하이드로벤트 관창을 적용하여 수압배연의 효과를 확인하였다. 단방향 연기흐름의 자연배연 대비 수압배연의 효과를 비교 분석하였다. 연기농도의 경우 수압배연이 자연배연보다 급격한 연기농도 하강 시점이 약 2배 빠르며 연기농도가 20%까지 낮아지는데 소요되는 시간도 약 3.3배 빠르게 나타났다. 상층부 냉각의 경우 수압배연이 자연배연보다 내부 상층부 온도 냉각 효과가 큰 것으로 나타났다. 구체적으로 동일구역의 온도하강률은 2.7~17.2배 컸다. 따라서 구획실 화재 시 내부 체류 가스 등으로 인한 폭발 위험이 있을 경우 수압배연을 통해 시야확보 및 화재실 냉각으로 안전사고 예방이 가능할 것으로 사료된다.



▲ 구획실 내부 구성



▲ 수압배연 실시

11

유해가스 현장 안전성 확보를 위한 대응기술 개발 R&D 성과물에 대한 소방대원 실증

실·검증

수요 대상

민간·공공기관



신청 기관

호서대학교



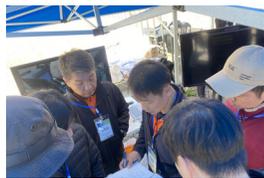
배경 및 목적

위해기체 테스트베드는 지하철역, 다중이용시설, 영화관 등 복합 재난 환경을 실규모로 재현할 수 있는 국내 최초의 실증형 연구 인프라이다. 해당 테스트베드는 다부처 R&D 사업을 통해 구축된 성과물로서, 실제 소방대원의 현장 대응능력 향상과 연구성과의 실증·검증을 위한 활용이 요구되고 있다. 특히 유해가스 확산, 공기 흐름, 인명 위치 추적 등은 기존 실험실 환경에서는 검증이 어려운 요소로, 실공간 기반 테스트베드에서의 검증이 필수적이다. 이에 테스트베드 내에서 개발된 화학테러 대응 기술과 실시간 모니터링 장비의 현장 적용성을 소방대원 실증훈련을 통해 검증하는 것을 목적으로 한다. 실제 소방공무원이 직접 참여하는 공개 시연을 통해 장비의 활용성, 시나리오 적합성 및 현장 적용상의 한계를 종합적으로 평가하였으며, 이를 통해 국가 재난·테러 대응 역량을 강화하고, 연구성과의 현장 실용화를 마련하는 것을 목표로 한다.

수행 내용 및 결과

본 연구는 위해기체 테스트베드에서 실제 재난환경을 재현하고, 화학테러 대응 기술과 현장 대응 체계의 실효성을 실증적으로 검증하는 것을 핵심 내용으로 한다. 지하철역, 다중이용시설, 영화관 등 복합 실내 공간을 대상으로 위해기체 확산 시나리오를 구성하고, 각 공간에서의 가스 농도 분포, 공기 유동, 체류 특성을 계측·분석하였다. 테스트베드 내에 구축된 개발기술을 활용하여 실시간 공기질 모니터링, 위해기체 감지, 인명 위치 파악 기능을 실제 상황과 유사한 조건에서 시험하였다. 소방공무원이 직접 참여하는 실증훈련을 통해 장비 운용성, 정보 제공 속도, 의사결정 지원 효과를 평가하였다. 또한 현장 대응 결과를 바탕으로 시나리오 적합성, 장비 배치 위치, 운용 절차의 개선 필요 사항을 도출하였다. 이를 통해 테스트베드 기반 실증을 통해 연구성과의 현장 적용 가능성과 기술 고도화 방향을 체계적으로 검증하였다.

1 사전회의



2 실증



3 훈련장소 전경



▲ 지하철



▲ 가변형



▲ 영화장

4 시나리오 수행



▲ 시나리오 숙지



▲ 사전 점검



▲ 실증 수행



▲ 인터뷰

“소방현장에 실용화로 이어지는 연구 공간”

2025년 119리빙랩 성과집

3

소방 현안 발굴 및 해결 사례

1	금속화재 적응 소화물품(마른모래, 팽창질석, 팽창진주암 등) 성능 검증	37
2	다중이용업소 연기확산 제어시스템(수막설비) 구축을 위한 화재 실험	40
3	신개념 김서림 방지 기술의 소방현장 적용 가능성 검증	44
4	무호흡잠수의 수난구조 접목을 위한 실증실험	45



1

금속화재 적응 소화물품 (마른모래, 팽창질석, 팽창진주암 등) 성능 검증

배경 및 목적

본 연구는 소방청 장비총괄과의 「119리빙랩 서비스」 요청에 따라, 금속화재 대응에 사용되는 간이소화용구의 현장 적용성을 실증적으로 검증하기 위해 추진되었다. 금속화재(D급)는 마른모래, 팽창질석, 팽창진주암과 같이 산소를 차단하고 열을 흡수하는 불연성 분체를 사용하여 진압하도록 규정되어 있으나, 현행 「소화기구 및 자동소화장치의 화재안전기술기준(NFPC 101, NFTC 101)」에서는 이들 소화용구에 대해 소화능력 단위만 제시하고 있을 뿐, 입자 특성이나 물리적 성능에 대한 세부 기준은 마련되어 있지 않다. 이로 인해 소화용·원예용·산업용 제품이 현장에서 혼용되어 사용되고 있으나, 이들이 실제 금속화재 조건에서 어느 정도의 냉각 및 재발화 억제 성능을 갖는지에 대한 과학적 검증은 부족한 실정이다.

한편 SOP 221(금속화재 대응절차)의 2025년도 개정판에서는 팽창진주암에 대한 일부 내용이 수정되었으나, NFPC 101과 NFTC 101에서는 여전히 마른모래, 팽창질석, 팽창진주암을 금속화재에 적용성이 있는 소화용구로 동일하게 제시하고 있어, 기준 간 적합성과 성능 근거의 부족이 현장 대응에 혼선을 초래할 가능성이 있다. 특히 마그네슘, 알루미늄, 나트륨, 칼륨 등 반응성 금속은 고온 산화 반응과 수분과의 격렬한 반응으로 인해 수소 발생, 폭발적 2차 연소 및 장시간 재발화 위험이 매우 크며, 기존의 물·포·이산화탄소 계열 소화약제로는 오히려 연소를 촉진하거나 폭발을 유발할 수 있다. 국내에서도 마그네슘 절삭칩, 알루미늄 분진, 금속 분말 취급 공정 등에서 화재·폭발 사고가 지속적으로 발생하고 있으나, 현장에서는 여전히 경험에 의존해 약제를 선택·운용하는 한계가 존재한다.

이에 본 연구는 마른모래, 팽창질석, 팽창진주암을 대상으로 입자 크기와 수분함유량에 따른 냉각 및 진화 성능을 체계적으로 비교·분석하여, 금속화재 대응에 적합한 간이소화용구의 최적 조건을 도출하는 것을 목적으로 한다. 특히 온도 하강 속도, 잔열 억제 효과, 재발화 가능성 등 정량적 지표를 활용하여 소화용구 간 실제 성능 차이를 규명하고, 현장 소방대원이 과학적 근거에 기반하여 약제를 선택·운용할 수 있도록 기술기준과 SOP의 실증적 보안을 위한 기초자료를 제공하고자 한다.

[표1] NFPC 101(소화기구 및 자동소화장치의 화재안전기술기준)

구분	가스			분말		액체				기타			
	이산화탄소 소화약제	할론 소화약제	할로겐 화합물 및 불활성 기체 소화약제	인산 염류 소화약제	중탄 산염류 소화약제	산알칼리 소화약제	강화액 소화약제	포 소화약제	물·침윤 소화약제	고체 에어로졸 화합물	마른모래	팽창질석·팽창진주암	그밖의 것
일반화재	-	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	-
유류화재	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
전기화재	0	0	0	0	0	*	*	*	*	0	-	-	-
주방화재	-	-	-	-	*	-	*	*	*	-	-	-	*
금속화재	-	-	-	-	*	-	-	-	-	-	0	0	*

[비고] “*”의 소화약제별 적용성은 「소방시설의 설치 및 관리에 관한 법률」 제37조에 의한 형식승인 및 제품검사의 기술기준에 따라 화재 종류별 적용성에 적합한 것으로 인정되는 경우에 한함.

※ 출처: 소방청고시, 「소화기구 및 자동소화장치의 화재안전기준(NFPC101)」(2022), 국립소방연구원공고, 「소화기구 및 자동소화장치의 화재안전기술기준(NFTC101)」(2024).

실험 내용

본 연구에서는 금속화재 대응에 사용되는 간이소화용구의 냉각 및 재발화 억제 성능을 정량적으로 평가하기 위하여, 마그네슘 합금 칩(AZ91D)을 대상으로 실규모 화재 실험을 수행하였다. 실험은 국내 「소화기의 형식승인 및 제품검사의 기술기준」과 국제표준 ISO 7165(D급 화재 시험 절차)를 준용하여 설계되었으며, 1m×1m 크기의 금속 시험틀과 강철 바닥판 위에 600mm×600mm×300mm 크기의 시험틀을 고정하여 금속칩을 적층하는 방식으로 구성하였다. **그림 1** **그림 2**

간이소화용구는 현장에서 활용되는 일반모래, 규사, 팽창질석(질석원석 포함), 팽창진주암을 대상으로 하였으며 **그림 3**, 각 재료에 대해 입자 크기와 수분함유량을 변수로 설정하여 실험을 수행하였다. 약제는 동일 부피(13.6 L) 조건으로 시험체 표면에 균일하게 도포하여, 약제 특성에 따른 냉각 거동 차이를 비교할 수 있도록 하였다. 점화는 가스토치를 이용하여 금속칩 하부를 가열한 후 자유연소 상태를 형성하고, 화염이 충분히 발달한 시점에서 약제를 투입하는 방식으로 진행하였다.

화재 및 소화 과정 동안 시험체 상·중·하부에 설치된 K형 열전대를 통해 1초 간격으로 온도를 측정하였으며, 약제 투입 후 최대 3시간 동안 잔열 거동과 재발화 여부를 지속적으로 관측하였다. 수집된 온도 데이터는 시간-온도 곡선, 누적 온도 하강량, 구간 온도 하강률 및 냉각 속도 등의 지표로 변환하여 분석하였다. 이를 통해 간이소화용구의 종류, 입자 크기, 수분함유량이 금속화재의 냉각 및 안정화 성능에 미치는 영향을 정량적으로 비교·평가하였다.

그림 1 실험체



그림 2 마그네슘 금속 칩



그림 3 사용 간이소화용구



실험 결과

실험 결과, 금속화재 대응에 사용되는 간이소화용구의 냉각 및 안정화 성능은 재료의 종류, 입자 크기, 수분함유량에 따라 큰 차이를 보였다. 전체적으로 모래류(일반모래, 규사)가 질석류와 진주암류에 비해 더 빠르고 안정적인 온도 하강 특성을 나타내어, 금속칩 화재의 잔열 억제 및 재발화 방지에 가장 효과적인 것으로 분석되었다. 반면 팽창진주암은 가장 낮은 냉각 성능과 큰 변동성을 보여, 동일 조건에서 실전 적용 시 한계가 있는 것으로 평가되었다.

입자 크기 영향 분석 결과, 모래류와 질석류 모두 중·대입도 조건에서 냉각 성능이 가장 우수하였으며, 소입자 조건에서는 공극 감소와 통기성 저하로 인해 열 차단 및 냉각 효과가 오히려 감소하는 경향이 나타났다. 수분함유량의 경우, 모든 약제에서 건조 조건(0%)이 가장 안정적인 냉각 성능을 보였고 **그림 4**, 5% 조건에서는 초기 냉각 효과가 나타났으나 시간 경과에 따라 불안정성이 증가하였다. 특히 수분함유량이 10% 이상인 경우, 약제 내부에서 수분 증발과 열 전달로 인해 냉각 성능이 저하되고 온도 재상승 현상이 관측되었다.

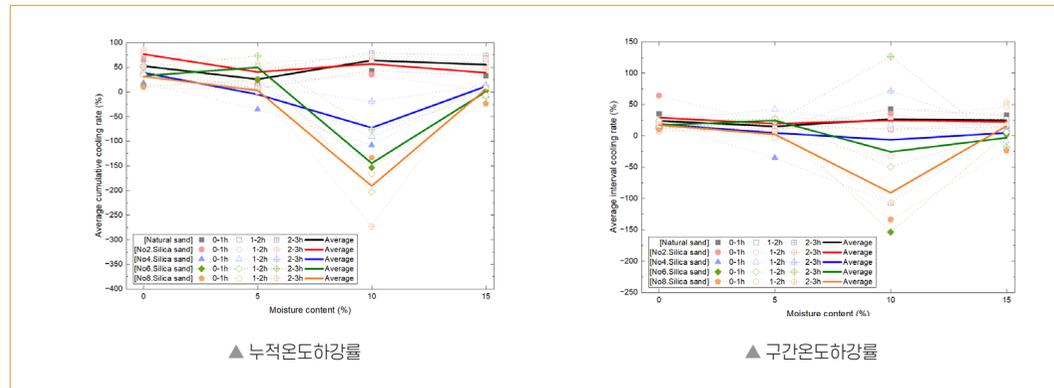
경제성과 성능을 종합적으로 비교한 결과, 규사 2호 및 일반모래는 가격 대비 냉각 성능과 안정성이 가장 우수한 조합으로 평가되었으며, 실질적인 금속화재 대응용 간이소화용구로서 활용성이 가장 높은 것으로 분석되었다. 본 연구를 통해 금속화재 대응에 적합한 간이소화용구의 최적 조건은 모래류 기반, 중·대입도, 저수분(0~5%) 범위로 통합적으로 도출되었다. 이러한 결과는 금속화재 현장에서 소화용구 선택 및 운용 기준을 과학적으로 뒷받침하는 기초자료로 활용될 수 있다.

활용방안

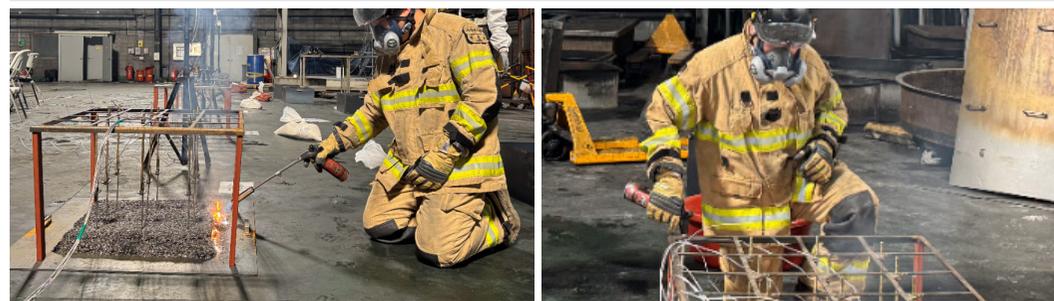
본 연구 결과는 금속화재 대응 현장에서 간이소화용구의 선택 및 운용 기준을 과학적으로 정립하는 데 활용될 수 있다. 특히 모래류 기반, 중·대입도, 저수분(0~5%) 조건이 최적임을 실험적으로 도출함으로써, 현장대원이 화재 규모와 금속 종류에 따라 보다 안전하고 효율적으로 소화용구를 적용할 수 있는 근거를 제공한다. 또한 본 연구 결과는 현재 정성적으로만 제시되어 있는 간이소화용구 사용 지침에 대해, 입자 크기, 수분함유량, 적용 조건 등을 포함한 세부 운용 기준을 마련하는 데 기초자료로 활용 가능하다.

현장 교육 및 훈련 측면에서는, 본 연구에서 도출한 냉각 성능 데이터와 최적 조건을 기반으로 금속화재 대응 시나리오, 교보재, 실습 매뉴얼을 개발할 수 있으며, 소방대원의 대응 능력 표준화와 안전성 향상에 활용될 수 있다. 나아가 산업 현장 및 연구시설의 금속화재 예방·대응 체계 구축과 소화용구 비축·조달 정책 수립 시, 성과와 경제성을 동시에 고려한 합리적 의사결정 자료로 활용될 수 있다.

그림 1 수분함유량별 누적 또는 구간온도하강률 비교



▲ 시연회



▲ 실험수행 과정

2

다중이용업소 연기확산 제어시스템(수막설비) 구축을 위한 화재 실험

배경 및 목적

유형주점 등 영업 특성상 개구부가 적은 밀폐 구조가 대부분이며, 복잡한 피난동선으로 인해 화재 시 연기로 인한 대형인명피해가 우려되어 대피공간 확보 및 인명피해 최소화 위한 제어시스템(수막설비)의 효과성 검증이 필요하였다. 다중이용업소와 같은 경우는 이용객 대다수가 음주로 인해 공간지각능력, 반응시간, 방향감각 등 저하로 화재인지 및 피난 개시가 지연되므로 재실자의 안전을 위해 부산소방본부에서 실내 수막설비를 제안하였고, 이를 적층적인 반응을 위해 국립소방연구원에 효과성 검증을 의뢰하였다.

본 119리빙랩 지원 사항은 부산소방본부에서 「열·연기 확산제어 시스템」의 가이드를 작성하는 사항으로 국민의 생명과 안전을 확보하기에 매우 적절하고 필요한 사항으로 실제 건축물에 적용할 예정인 수막설비의 재원과 제연경계벽을 적용하여 실험성 있는 실험을 추진하였다.

실험 내용

[실험체 구성] 일반적으로 실내에 구성된 수막설비는 상층부 이동이거나 구획실 간 이동 공간에 제연경계벽과 설치되는 것으로, 이를 구성하기 위해 3m × 6m의 구획된 컨테이너에 규격에 맞는 제연경계벽과 수막설비를 설치하였다. **그림 1** **그림 2**

그림 1 실험체 구성 및 가연물 형태



[참고] 가연물의 평균 HRR 추정

가연물	부피/수량	가정 밀도	질량(kg)	발열량(MJ/kg)	열량(MJ)
휘발유	0.5ℓ	0.74 kg/ℓ	0.37	44	16.28
목재	0.0216m³	450kg/m³	9.72	18	146.17
경질PU	0.081m³	40kg/m³	3.24	26	84.24
연질PU	0.081m³	25kg/m³	2.03	24	48.60
합계	-	-	-	-	296.02~295.29*

* 목재의 함수율 20%~25%의 범위에서의 열량

[측정장비] 구획실 내의 복사열과 제연경계벽 온도를 측정하기 위해서 Heat-flux 센서와 온도보상도선(Thermocouples)을 설치하였다. 또한, 사용된 유량을 측정하기 위해 초음파 유량계를 설치하여 사용된 소화용수를 측정하였고, 인입구와 말단부의 압력계를 설치하여 수막설비에 사용되는 압력을 측정하였다. 온도 측정 Thermocouple 8개소(제연경계벽 기준 전·후 1m 이격으로 4개씩 설치*) 설치, 복사열 측정 Heatflux sensor는 가연물로부터 약 5m 지점, 지면으로부터 1m 상부에 설치하였다. 수막설비에 사용되는 수원은 부산소방학교에서 소방펌프차를 지원하여 원활한 공급을 할 수 있었고, 수막설비의 압력 조절은 소방차의 PTO를 조정하여 적용하였다.

그림 2 수막설비 설치와 유량계 및 압력계 설치



실험 결과

[실험구분] 제연경계벽과 수막설비의 설치 유·무와 수막설비 압력에 따른 온도 및 복사열 차단 효과 검증을 위해 다음과 같이 실험 구분하였다.

Part 1: 구획된 공간에서 제연경계벽과 수막설비의 설치 환경에 따른 복사열 차단과 동일 지점의 온도 측정으로 효과성 비교 · 검증

※ 일반환경(Case B-0), 제연경계벽만 설치(Case A-0), 제연+수막 설치(Case A-1)

Part 2: 수막설비의 방수압력 차이에 따른 복사열/온도 저감 효과성 비교

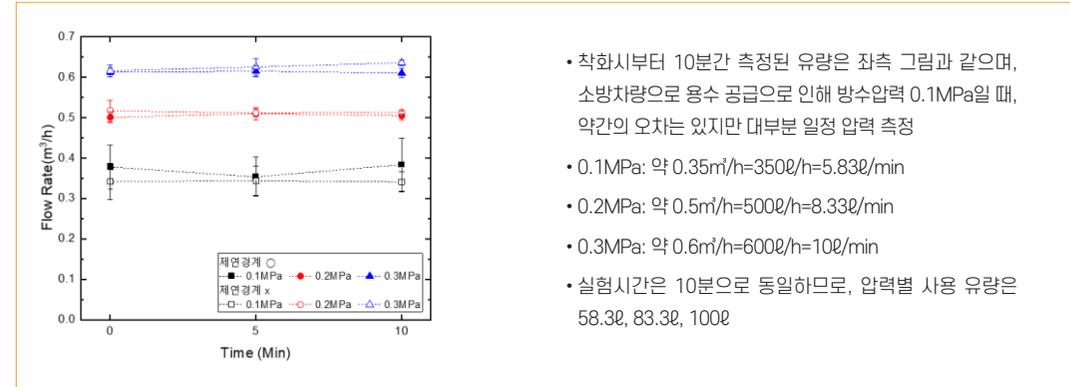
※ 0.1MPa(Case A-1), 0.2MPa(Case A-2), 0.3MPa(Case A-3)

Part 3: 수막설비만 설치된 경우 복사열/온도 저감 효과성 비교

※ 0.1MPa(Case B-1), 0.2MPa(Case B-2), 0.3MPa(Case B-3)

	제연경계벽 설치	제연경계벽 미설치
수막 미가동	Case A-0	Case B-0
수막 가동(0.1MPa)	Case A-1	Case B-1
수막 가동(0.2MPa)	Case A-2	Case B-2
수막 가동(0.3MPa)	Case A-3	Case B-3

[참고] 본 실험에 사용된 유량 측정 결과



[실험결과 요약]

Part 1: 화재로 인한 연기 발생 시 상층부부터 확산되어 제연경계벽으로 일부 상층부 연기층을 제거가 가능하며, 수막설비를 동시에 적용할 경우 상층부 온도 제어뿐만 아니라 인체에 미치는 복사열도 일부 차단이 가능하다.

- (미설치) 전면부 최고온도 201°C, 동일 시점의 후면부 최고온도 178°C로 일반 구획실 화재에서 측정지점간 차이는 약 23°C 온도차 발생

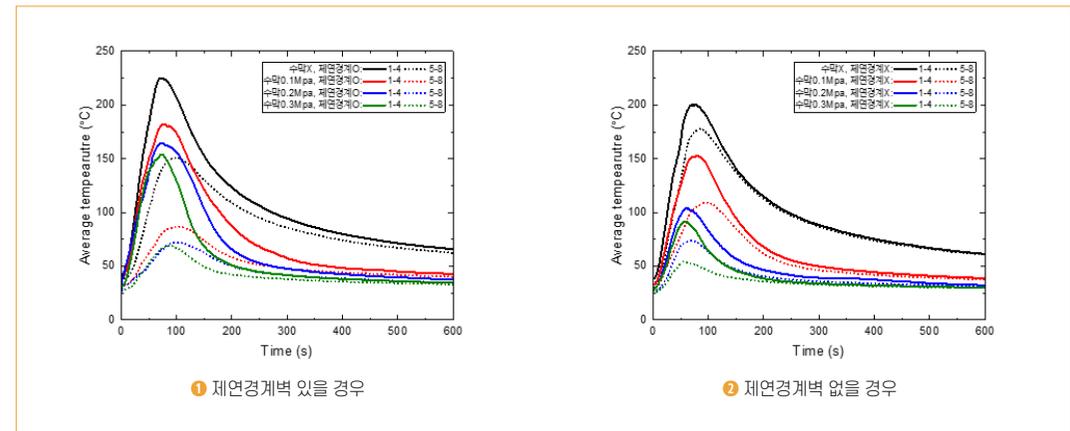
- (제연경계벽+수막설비) 전면부 최고온도 180°C, 동일 시점의 후면부 최고온도 87°C로 약 93°C의 온도 차이 측정

Part 2: 0.1MPa(1bar)의 스프링클러와 유사한 압력만으로도 충분한 온도저감과 복사열 차단을 나타내므로, 다중이용시설에서 수막설비 설치 시 수원의 충분한 확보와 장시간 가동을 위한 최소 압력으로 설치/운용해도 효과적인 것으로 사료된다.

Part 3: 제연경계벽 없이 수막설비만을 가동할 시 구획실 전체의 온도는 하강할 수 있지만, 0.1MPa(1bar)의 저압일 경우 복사열 차단 측면에서는 일반 구획화재와 유사한 경향을 보인다.

※ 단, 이 부분은 데이터의 신뢰성을 위해 수차례 추가 실험 필요

Case별 3회 반복 실험의 지점별 평균 온도



활용방안

[실험고찰] 본 실험은 단일구조(3m×6m 컨테이너)로 화재를 상정한 결과로, 필요시 다양한 구획실로 구성된 다중이용시설을 모사한 실험체에서 적용하여 수막설비 설치 지침 등 도출을 기대한다.

[결과활용] 본 실험은 부산소방본부에서 119리빙랩 요청에 의해 진행되었고, 부산본부에서 추진 예정인 가이드에 실험 내용을 적용하였다. 부산본부에서는 다중이용업소 화재로 인한 인명·재산 피해를 최소화하기 위해 「열·연기 확산제어시스템」인 실내 환경에 수막설비 적용 가이드를 2026년 1월 1일 부로 제정·시행한다고 고지하였다. 본 119리빙랩에 의한 실험은 각 시·도 본부에서 국민의 안전과 소방대원의 안전을 확보하기 위한 시책에 기여할 수 있는 좋은 사례가 되었다.

부산소방본부 적용 가이드 정책 시행

3 신개념 김서림 방지 기술의 소방현장 적용 가능성 검증

배경 및 목적

소방현장에서 사용하는 보호구의 안면부에서 김서림, 표면 오염 등으로 시야가 제한되는 애로사항이 존재하여 현장대원의 2차사고가 우려되는 실정이다. 이에 최근 국내에서 개발된 신개념 김서림 방지제 기술을 소방보호구에 사용되는 흔한 재질인 폴리카보네이트 표면에 적합한 조성 재료로 개발(합성)하고, 인체 무해성을 확인하여 소방현장 적용 가능성을 검증하고자 하였다.

실험 내용

- 보호구 안면부에 주로 쓰이는 재질인 폴리카보네이트 표면에 적합한 새로운 김서림 방지제 합성 및 시제품 제작
- 합성된 김서림 방지제의 접착력, 내구성, 도포 특성, 투과도 등 물리·화학적 특성분석 및 인체 무해성 확인 (공인시험 의뢰)
- 소방대원 보호구(화재진압용 공기호흡기 면체, 수난구조용 스쿠버 마스크) 안면부 대상 실제 현장 모사 환경에서의 김서림 방지 성능 실증

실험 결과

- 친수성 단량체 후보 9종에 대해 폴리카보네이트 표면에 적합한 새로운 김서림 방지제 합성 최적화 원료 및 시제품 제작 **그림 1**
- 맞춤형 김서림 방지제의 접착력, (고온)내구성, 도포 균일성, 투과도 등 우수한 고유특성 확인 및 인체 무해성 시험 완료(안전확인대상생활화학제품 기준 통과)
- 실화재훈련 현장에서 화재진압대원 공기호흡기 면체 및 수난구조 훈련 환경에서의 대원 착용 스쿠버 마스크에서 구현되는 오염물질 저항 가능성 및 김서림 방지 기능 확인 **그림 2**

활용방안

신개념 김서림 방지제 개발품은 소방현장(대원) 개인보호장비의 시야개선과 현장대응력 향상을 도모할 수 있고, 고온다습 등의 열악한 작업환경에서 사용하는 안면부 보호장비의 시야확보 기능 개선할 수 있는 또 하나의 방법을 제공함으로써 안경렌즈, 스포츠고글, 오토바이 바이저, 자동차유리, 보안경 등 생활제품 성능개선에 광범위하게 활용이 가능하다.

그림 1 일반환경 성능 관측



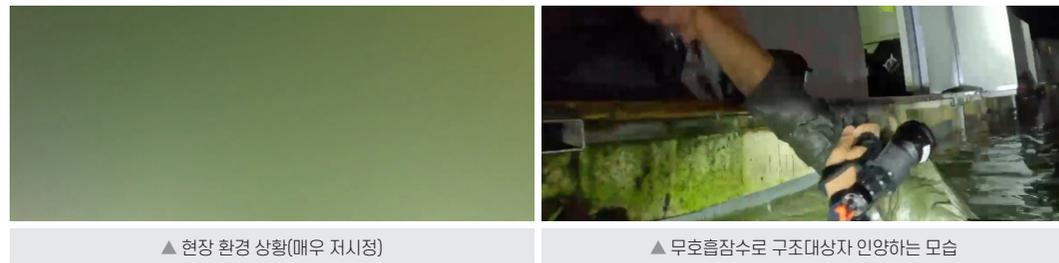
그림 2 고온(가습)환경 및 수중환경 적용 실증 평가



4 무호흡잠수의 수난구조 접목을 위한 실증실험

2 배경 및 목적

수난사고 현장은 수중 시계 불량, 접근 제한, 장비 투입 지연 등으로 인해 인명 구조의 골든타임 확보가 어려운 특성이 있다. 이에 본 실증실험은 공기호흡기에 의존하는 기존 수난구조 방식의 한계를 보완하고, 초기 대응 단계에서 무호흡잠수를 활용하여 신속한 구조 활동이 가능한지 검증하고자 하였다. 또한, 체계적인 훈련과정을 설계하여 무호흡잠수 수행 시 구조대원의 안전을 확보하고, 과신이나 무리한 적용으로 인한 2차 사고를 예방하는 것을 중요한 목표로 한다.



3 실험 내용

전국 구조대원을 대상으로 총 3회 실험으로, 장비 품목 및 중량 확인, 장비 착용 시간 및 입수 시간 비교, 호흡법 적용 전·후 스테틱 측정/ 산소포화도 측정, 구조 전술별 탐색 시간 비교, 시정 환경에 따른 탐색 시간 비교 등을 수행하였다. **그림 1** **그림 2**

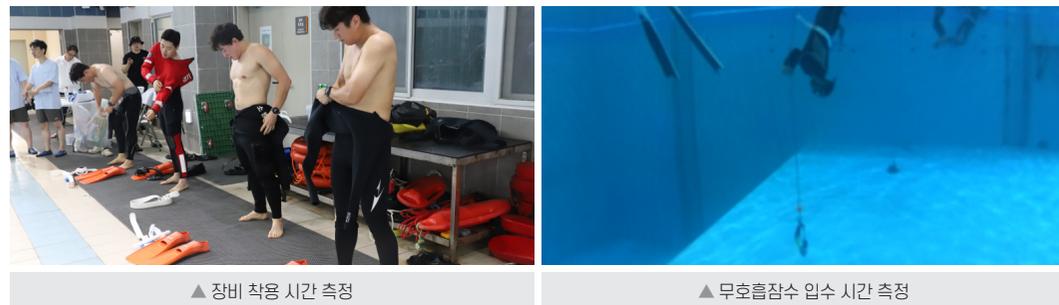
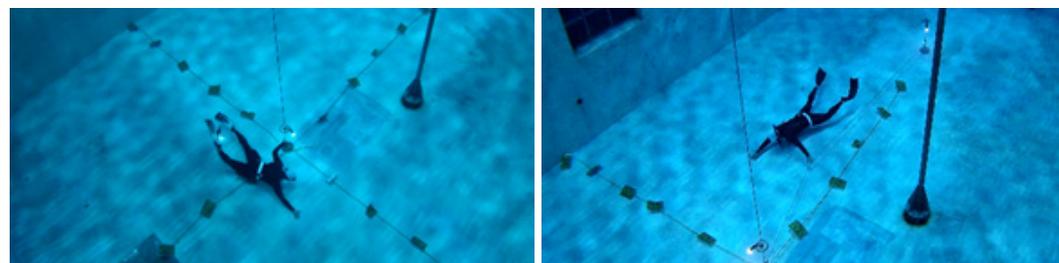


그림 1 원형탐색

그림 2 직선탐색

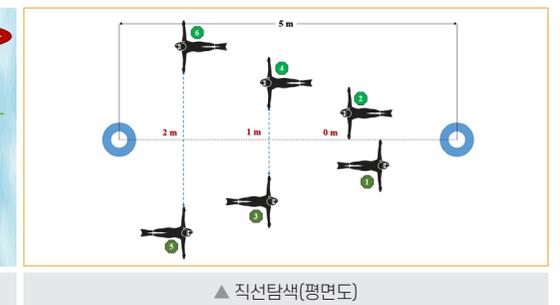
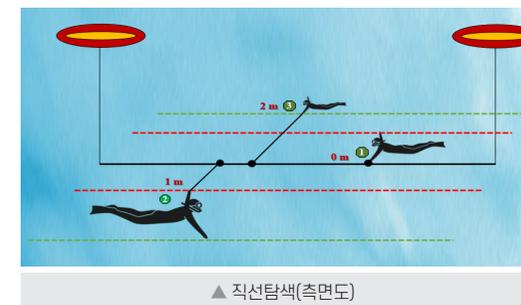
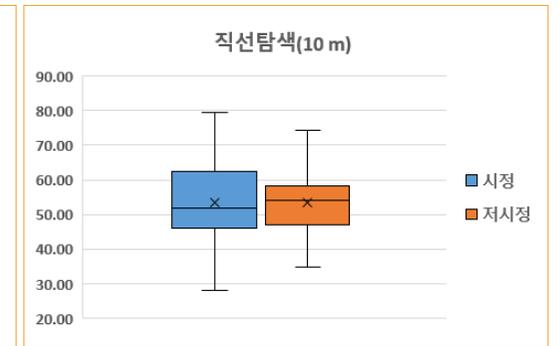
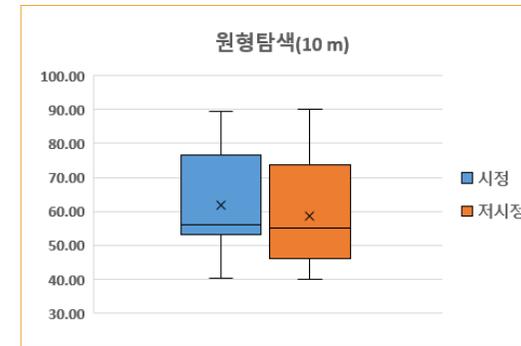


4 실험 결과

- ① 정상 시정과 저시정 조건 간 수행지표에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 이는 시야 확보가 제한되는 수난 현장에서도 무호흡잠수가 구조대원의 수행 능력을 저해하지 않음을 시사하며, 무호흡잠수 기법을 실제 수난 구조기술로 접목하는 데 있어 기술적·운용적 타당성이 있다는 긍정적인 측면으로 해석된다. **그림 3** **그림 4**
 ※ 내수면에서의 저시정 환경과는 다를 수 있음
- ② 다만, 이는 모든 구조대원에게 동일하게 보장되는 결과라고 일반화하기에는 한계가 있다. 무호흡잠수의 수행 능력은 개인의 신체 조건, 수중 감각, 경험 및 숙련도에 따라 크게 달라질 수 있으며, 체계적인 반복 훈련과 기준화된 교육으로 현장 안전성을 확보해야 한다.
- ③ 특히 무호흡잠수를 기존 스쿠버잠수의 대체 수단으로 과신할 경우 구조대원의 위험을 증대시킬 수 있으므로, 보조적·선택적 구조기술로서의 단계적 도입과 엄격한 훈련 기준 마련이 필수적이다.

그림 3 원형탐색 시 시정에 따른 시간 비교

그림 4 직선탐색 시 시정에 따른 시간 비교



“소방현장에 실용화로 이어지는 연구 공간”

2025년 119리빙랩 성과집

4

부록

1	119리빙랩 서비스 신청서 서식	49
2	국립소방연구원 정보	50



1 119리빙랩 서비스 신청서 서식

신청기관	소방기관		민간·공공기관	
기관명	●●소방서			
담당자	홍길동			
연락처	010-●●●●-●●●●			
전자메일	●●●●@●●●●.●●●●			
신청유형	<input type="checkbox"/> 실·검증 <input type="checkbox"/> 기술(측정기술, 장비, 전문인력 등)		<input type="checkbox"/> 자문·설문 <input type="checkbox"/> 적용성 검증·평가	
과제정보 (민간·공공)	과제명			연구책임자
	연구기간	연구비	발주처	
	과제내용			
신청내용	※ 서비스 신청유형에 적합한 요청 내용을 구체적으로 작성해 주시기 바랍니다.			
상기와 같이 119리빙랩 서비스를 신청합니다. 2026년 월 일 국립소방연구원장 귀하				
알림사항				
<input type="checkbox"/> 신청서의 기재내용이 사실과 다를 경우 선정에서 제외되는 등 불이익을 받을 수 있으니 이 점 양지하시기 바랍니다. <input type="checkbox"/> 신청서 접수되면 내부 심의를 거쳐 서비스 지원 여부를 판단하고 결과를 7일 이내에 알려드립니다. ※ 동일한 과제에 대한 심의는 최초 서비스 신청 시 1회에 한함				

2 국립소방연구원 정보

국립소방연구원 및 119리빙랩 정보는 아래경로를 통해 확인하실수 있습니다.

누리집

- 119리빙랩 배너 활용
- 연구성과 소개
- 학술지 열람
- 채용 및 입찰 정보 등



유튜브 채널

- 119리빙랩 홍보 영상
- 연구원 홍보 영상
- 연구 및 실험 영상




주소 충청남도 아산시 송악면 송악로 376

전화 041-559-0558

“소방현장에 실용화로 이어지는 연구 공간”

2025년 119리빙랩 성과집

발행월	2026년 02월
발행처	국립소방연구원(충남 아산시 송악면 송악로 376) T. 041-559-0558 / E. ljh1028@korea.kr / 실용화연구팀장 이지향
편집인	국립소방연구원 대응기술연구과 실용화연구팀 권진석, 김태선, 김태동, 양지현, 오시현, 박유미, 권오연
디자인·인쇄	(주)전우용사춘 02-426-4415