# 소방 순찰 가능성 진단 리포트

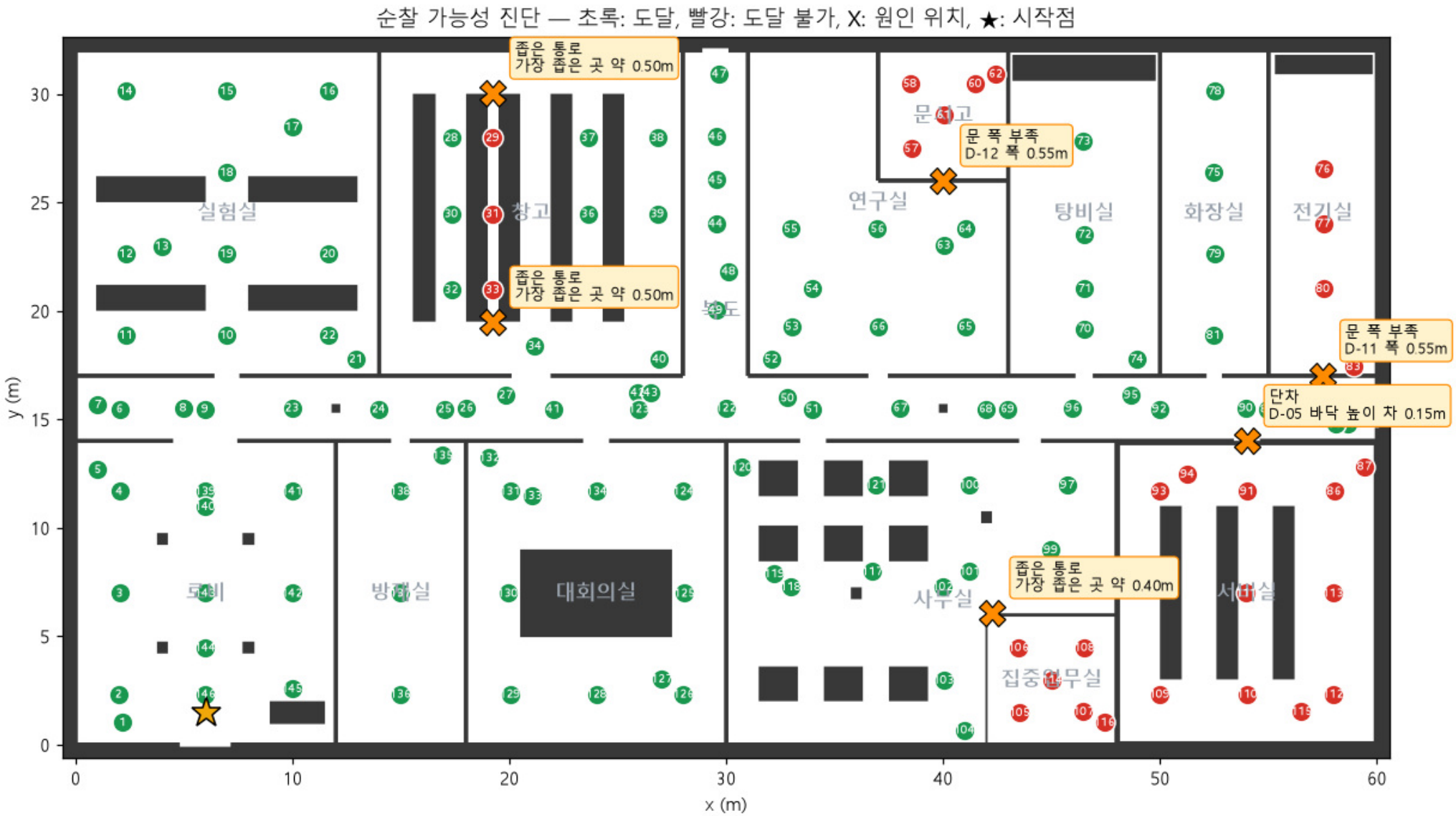
demo_research_1F.ifc · 1F · 판정 근거: IFC 기반 예측 (시뮬레이션 전) · 로봇 길이 0.7m × 폭 0.4m · 필요 통과 폭 0.60m · 단차 0.03m 이하

| 시설 도달률 | 도달 불가 시설 | 점검 포인트 | 순찰 거리 |
|---|---|---|---|
| **79.5%** | **31개** | **146개** | **522.1 m** |
| 120 / 151개 시설 | 단차 11, 좁은 통로 10, 문 폭 부족 10 | | 시작점 복귀 포함 |

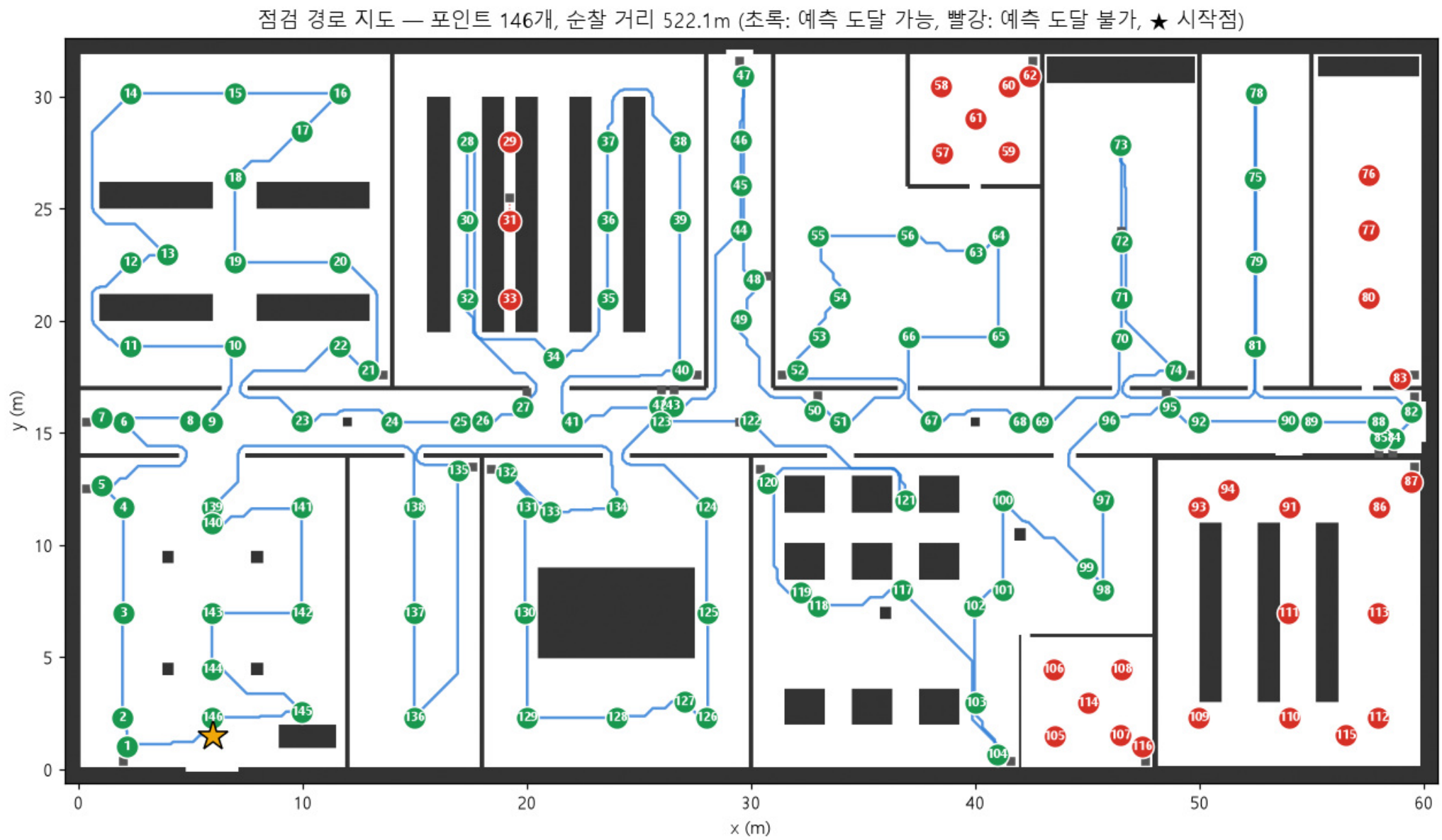
## 도달 불가 시설

| 시설 | 종류 | 공간 | 원인 | 근거 |
|---|---|---|---|---|
| FE-10 | 소화기 | 서버실 | **단차** | D-05 바닥 높이 차 0.15m (기준 0.03m 이하) |
| HD-01 | 열감지기 | 서버실 | **단차** | D-05 바닥 높이 차 0.15m (기준 0.03m 이하) |
| HD-02 | 열감지기 | 서버실 | **단차** | D-05 바닥 높이 차 0.15m (기준 0.03m 이하) |
| SP-56 | 스프링클러헤드 | 서버실 | **단차** | D-05 바닥 높이 차 0.15m (기준 0.03m 이하) |
| SP-57 | 스프링클러헤드 | 서버실 | **단차** | D-05 바닥 높이 차 0.15m (기준 0.03m 이하) |
| SP-58 | 스프링클러헤드 | 서버실 | **단차** | D-05 바닥 높이 차 0.15m (기준 0.03m 이하) |
| SP-59 | 스프링클러헤드 | 서버실 | **단차** | D-05 바닥 높이 차 0.15m (기준 0.03m 이하) |
| SP-60 | 스프링클러헤드 | 서버실 | **단차** | D-05 바닥 높이 차 0.15m (기준 0.03m 이하) |
| SP-61 | 스프링클러헤드 | 서버실 | **단차** | D-05 바닥 높이 차 0.15m (기준 0.03m 이하) |
| SP-62 | 스프링클러헤드 | 서버실 | **단차** | D-05 바닥 높이 차 0.15m (기준 0.03m 이하) |
| SP-63 | 스프링클러헤드 | 서버실 | **단차** | D-05 바닥 높이 차 0.15m (기준 0.03m 이하) |
| FE-13 | 소화기 | 문서고 | **문 폭 부족** | D-12 폭 0.55m (필요 0.60m) |
| FE-14 | 소화기 | 전기실 | **문 폭 부족** | D-11 폭 0.55m (필요 0.60m) |
| HD-03 | 열감지기 | 전기실 | **문 폭 부족** | D-11 폭 0.55m (필요 0.60m) |
| SD-17 | 연기감지기 | 문서고 | **문 폭 부족** | D-12 폭 0.55m (필요 0.60m) |
| SP-74 | 스프링클러헤드 | 문서고 | **문 폭 부족** | D-12 폭 0.55m (필요 0.60m) |
| SP-75 | 스프링클러헤드 | 문서고 | **문 폭 부족** | D-12 폭 0.55m (필요 0.60m) |
| SP-76 | 스프링클러헤드 | 문서고 | **문 폭 부족** | D-12 폭 0.55m (필요 0.60m) |
| SP-77 | 스프링클러헤드 | 문서고 | **문 폭 부족** | D-12 폭 0.55m (필요 0.60m) |
| SP-78 | 스프링클러헤드 | 전기실 | **문 폭 부족** | D-11 폭 0.55m (필요 0.60m) |
| SP-79 | 스프링클러헤드 | 전기실 | **문 폭 부족** | D-11 폭 0.55m (필요 0.60m) |
| FE-09 | 소화기 | 집중업무실 | **좁은 통로** | 가장 좁은 곳 약 0.40m (필요 0.60m) |
| FE-12 | 소화기 | 창고 | **좁은 통로** | 가장 좁은 곳 약 0.50m (필요 0.60m) |
| SD-14 | 연기감지기 | 집중업무실 | **좁은 통로** | 가장 좁은 곳 약 0.40m (필요 0.60m) |
| SP-52 | 스프링클러헤드 | 집중업무실 | **좁은 통로** | 가장 좁은 곳 약 0.40m (필요 0.60m) |
| SP-53 | 스프링클러헤드 | 집중업무실 | **좁은 통로** | 가장 좁은 곳 약 0.40m (필요 0.60m) |
| SP-54 | 스프링클러헤드 | 집중업무실 | **좁은 통로** | 가장 좁은 곳 약 0.40m (필요 0.60m) |
| SP-55 | 스프링클러헤드 | 집중업무실 | **좁은 통로** | 가장 좁은 곳 약 0.40m (필요 0.60m) |
| SP-66 | 스프링클러헤드 | 창고 | **좁은 통로** | 가장 좁은 곳 약 0.50m (필요 0.60m) |
| SP-69 | 스프링클러헤드 | 창고 | **좁은 통로** | 가장 좁은 곳 약 0.50m (필요 0.60m) |
| SP-72 | 스프링클러헤드 | 창고 | **좁은 통로** | 가장 좁은 곳 약 0.50m (필요 0.60m) |

## 진단 지도


순찰 가능성 진단 — 초록: 도달, 빨강: 도달 불가, X: 원인 위치, ★: 시작점
좁은 통로
가장 좁은 곳 약 0.50m
좁은 통로
가장 좁은 곳 약 0.50m
문 폭 부족
D-12 폭 0.55m
문 폭 부족
D-11 폭 0.55m
단차
D-05 바닥 높이 차 0.15m
좁은 통로
가장 좁은 곳 약 0.40m
실험실
창고
북도
문고
연구실
탕비실
화장실
전기실
로비
방재실
대회의실
사무실
집중업무실
y (m)
x (m)

## 점검 경로


점검 경로 지도 — 포인트 146개, 순찰 거리 522.1m (초록: 예측 도달 가능, 빨강: 예측 도달 불가, ★ 시작점)
y (m)
x (m)
0
5
10
15
20
25
30
0
10
20
30
40
50
60

## 시설 목록

| 시설 | 종류 | 공간 | 설치 | 포인트 | 결과 | 원인 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| AB-01 | 경종 | 복도 | 벽 | IP-43 | 도달 | |
| AB-02 | 경종 | 복도 | 벽 | IP-84 | 도달 | |
| FE-01 | 소화기 | 로비 | 바닥 | IP-05 | 도달 | |
| FE-02 | 소화기 | 방재실 | 바닥 | IP-135 | 도달 | |
| FE-03 | 소화기 | 대회의실 | 바닥 | IP-132 | 도달 | |
| FE-04 | 소화기 | 사무실 | 바닥 | IP-120 | 도달 | |
| FE-05 | 소화기 | 실험실 | 바닥 | IP-21 | 도달 | |
| FE-06 | 소화기 | 연구실 | 바닥 | IP-52 | 도달 | |
| FE-07 | 소화기 | 탕비실 | 바닥 | IP-74 | 도달 | |
| FE-08 | 소화기 | 사무실 | 바닥 | IP-104 | 도달 | |
| FE-09 | 소화기 | 집중업무실 | 바닥 | IP-116 | 불가 | 좁은 통로 |
| FE-10 | 소화기 | 서버실 | 바닥 | IP-87 | 불가 | 단차 |
| FE-11 | 소화기 | 창고 | 바닥 | IP-40 | 도달 | |
| FE-12 | 소화기 | 창고 | 바닥 | IP-31 | 불가 | 좁은 통로 |
| FE-13 | 소화기 | 문서고 | 바닥 | IP-62 | 불가 | 문 폭 부족 |
| FE-14 | 소화기 | 전기실 | 바닥 | IP-83 | 불가 | 문 폭 부족 |
| FE-15 | 소화기 | 복도 | 바닥 | IP-07 | 도달 | |
| FE-16 | 소화기 | 복도 | 바닥 | IP-50 | 도달 | |
| FE-17 | 소화기 | 복도 | 바닥 | IP-82 | 도달 | |
| FE-18 | 소화기 | 복도 | 바닥 | IP-47 | 도달 | |
| FE-19 | 소화기 | 로비 | 바닥 | IP-01 | 도달 | |
| HD-01 | 열감지기 | 서버실 | 천장 | IP-94 | 불가 | 단차 |
| HD-02 | 열감지기 | 서버실 | 천장 | IP-115 | 불가 | 단차 |
| HD-03 | 열감지기 | 전기실 | 천장 | IP-77 | 불가 | 문 폭 부족 |
| HD-04 | 열감지기 | 탕비실 | 천장 | IP-71 | 도달 | |
| HR-01 | 옥내소화전함 | 복도 | 바닥 | IP-27 | 도달 | |
| HR-02 | 옥내소화전함 | 복도 | 바닥 | IP-95 | 도달 | |
| HR-03 | 옥내소화전함 | 복도 | 바닥 | IP-48 | 도달 | |
| MP-01 | 발신기 | 복도 | 벽 | IP-42 | 도달 | |
| MP-02 | 발신기 | 복도 | 벽 | IP-85 | 도달 | |
| SD-01 | 연기감지기 | 로비 | 천장 | IP-144 | 도달 | |
| SD-02 | 연기감지기 | 로비 | 천장 | IP-140 | 도달 | |
| SD-03 | 연기감지기 | 방재실 | 천장 | IP-137 | 도달 | |
| SD-04 | 연기감지기 | 대회의실 | 천장 | IP-133 | 도달 | |
| SD-05 | 연기감지기 | 대회의실 | 천장 | IP-127 | 도달 | |
| SD-06 | 연기감지기 | 사무실 | 천장 | IP-118 | 도달 | |
| SD-07 | 연기감지기 | 사무실 | 천장 | IP-102 | 도달 | |
| SD-08 | 연기감지기 | 사무실 | 천장 | IP-99 | 도달 | |
| SD-09 | 연기감지기 | 실험실 | 천장 | IP-13 | 도달 | |
| SD-10 | 연기감지기 | 실험실 | 천장 | IP-17 | 도달 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SD-11 | 연기감지기 | 연구실 | 천장 | IP-54 | 도달 | |
| SD-12 | 연기감지기 | 연구실 | 천장 | IP-63 | 도달 | |
| SD-13 | 연기감지기 | 화장실 | 천장 | IP-75 | 도달 | |
| SD-14 | 연기감지기 | 집중업무실 | 천장 | IP-114 | 불가 | 좁은 통로 |
| SD-15 | 연기감지기 | 창고 | 천장 | IP-34 | 도달 | |
| SD-16 | 연기감지기 | 창고 | 천장 | IP-38 | 도달 | |
| SD-17 | 연기감지기 | 문서고 | 천장 | IP-61 | 불가 | 문 폭 부족 |
| SD-18 | 연기감지기 | 탕비실 | 천장 | IP-72 | 도달 | |
| SD-19 | 연기감지기 | 복도 | 천장 | IP-08 | 도달 | |
| SD-20 | 연기감지기 | 복도 | 천장 | IP-25 | 도달 | |
| SD-21 | 연기감지기 | 복도 | 천장 | IP-122 | 도달 | |
| SD-22 | 연기감지기 | 복도 | 천장 | IP-69 | 도달 | |
| SD-23 | 연기감지기 | 복도 | 천장 | IP-89 | 도달 | |
| SD-24 | 연기감지기 | 복도 | 천장 | IP-45 | 도달 | |
| SP-01 | 스프링클러헤드 | 로비 | 천장 | IP-02 | 도달 | |
| SP-02 | 스프링클러헤드 | 로비 | 천장 | IP-03 | 도달 | |
| SP-03 | 스프링클러헤드 | 로비 | 천장 | IP-04 | 도달 | |
| SP-04 | 스프링클러헤드 | 로비 | 천장 | IP-146 | 도달 | |
| SP-05 | 스프링클러헤드 | 로비 | 천장 | IP-143 | 도달 | |
| SP-06 | 스프링클러헤드 | 로비 | 천장 | IP-139 | 도달 | |
| SP-07 | 스프링클러헤드 | 로비 | 천장 | IP-145 | 도달 | |
| SP-08 | 스프링클러헤드 | 로비 | 천장 | IP-142 | 도달 | |
| SP-09 | 스프링클러헤드 | 로비 | 천장 | IP-141 | 도달 | |
| SP-10 | 스프링클러헤드 | 방재실 | 천장 | IP-136 | 도달 | |
| SP-11 | 스프링클러헤드 | 방재실 | 천장 | IP-137 | 도달 | |
| SP-12 | 스프링클러헤드 | 방재실 | 천장 | IP-138 | 도달 | |
| SP-13 | 스프링클러헤드 | 대회의실 | 천장 | IP-129 | 도달 | |
| SP-14 | 스프링클러헤드 | 대회의실 | 천장 | IP-130 | 도달 | |
| SP-15 | 스프링클러헤드 | 대회의실 | 천장 | IP-131 | 도달 | |
| SP-16 | 스프링클러헤드 | 대회의실 | 천장 | IP-128 | 도달 | |
| SP-17 | 스프링클러헤드 | 대회의실 | 천장 | IP-134 | 도달 | |
| SP-18 | 스프링클러헤드 | 대회의실 | 천장 | IP-126 | 도달 | |
| SP-19 | 스프링클러헤드 | 대회의실 | 천장 | IP-125 | 도달 | |
| SP-20 | 스프링클러헤드 | 대회의실 | 천장 | IP-124 | 도달 | |
| SP-21 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 천장 | IP-119 | 도달 | |
| SP-22 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 천장 | IP-117 | 도달 | |
| SP-23 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 천장 | IP-121 | 도달 | |
| SP-24 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 천장 | IP-101 | 도달 | |
| SP-25 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 천장 | IP-100 | 도달 | |
| SP-26 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 천장 | IP-98 | 도달 | |
| SP-27 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 천장 | IP-97 | 도달 | |
| SP-28 | 스프링클러헤드 | 실험실 | 천장 | IP-11 | 도달 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SP-29 | 스프링클러헤드 | 실험실 | 천장 | IP-12 | 도달 | |
| SP-30 | 스프링클러헤드 | 실험실 | 천장 | IP-14 | 도달 | |
| SP-31 | 스프링클러헤드 | 실험실 | 천장 | IP-10 | 도달 | |
| SP-32 | 스프링클러헤드 | 실험실 | 천장 | IP-19 | 도달 | |
| SP-33 | 스프링클러헤드 | 실험실 | 천장 | IP-18 | 도달 | |
| SP-34 | 스프링클러헤드 | 실험실 | 천장 | IP-15 | 도달 | |
| SP-35 | 스프링클러헤드 | 실험실 | 천장 | IP-22 | 도달 | |
| SP-36 | 스프링클러헤드 | 실험실 | 천장 | IP-20 | 도달 | |
| SP-37 | 스프링클러헤드 | 실험실 | 천장 | IP-16 | 도달 | |
| SP-38 | 스프링클러헤드 | 연구실 | 천장 | IP-53 | 도달 | |
| SP-39 | 스프링클러헤드 | 연구실 | 천장 | IP-55 | 도달 | |
| SP-40 | 스프링클러헤드 | 연구실 | 천장 | IP-66 | 도달 | |
| SP-41 | 스프링클러헤드 | 연구실 | 천장 | IP-56 | 도달 | |
| SP-42 | 스프링클러헤드 | 연구실 | 천장 | IP-65 | 도달 | |
| SP-43 | 스프링클러헤드 | 연구실 | 천장 | IP-64 | 도달 | |
| SP-44 | 스프링클러헤드 | 탕비실 | 천장 | IP-70 | 도달 | |
| SP-45 | 스프링클러헤드 | 탕비실 | 천장 | IP-72 | 도달 | |
| SP-46 | 스프링클러헤드 | 탕비실 | 천장 | IP-73 | 도달 | |
| SP-47 | 스프링클러헤드 | 화장실 | 천장 | IP-81 | 도달 | |
| SP-48 | 스프링클러헤드 | 화장실 | 천장 | IP-79 | 도달 | |
| SP-49 | 스프링클러헤드 | 화장실 | 천장 | IP-75 | 도달 | |
| SP-50 | 스프링클러헤드 | 화장실 | 천장 | IP-78 | 도달 | |
| SP-51 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 천장 | IP-103 | 도달 | |
| SP-52 | 스프링클러헤드 | 집중업무실 | 천장 | IP-105 | 불가 | 좁은 통로 |
| SP-53 | 스프링클러헤드 | 집중업무실 | 천장 | IP-106 | 불가 | 좁은 통로 |
| SP-54 | 스프링클러헤드 | 집중업무실 | 천장 | IP-107 | 불가 | 좁은 통로 |
| SP-55 | 스프링클러헤드 | 집중업무실 | 천장 | IP-108 | 불가 | 좁은 통로 |
| SP-56 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 천장 | IP-109 | 불가 | 단차 |
| SP-57 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 천장 | IP-93 | 불가 | 단차 |
| SP-58 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 천장 | IP-110 | 불가 | 단차 |
| SP-59 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 천장 | IP-111 | 불가 | 단차 |
| SP-60 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 천장 | IP-91 | 불가 | 단차 |
| SP-61 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 천장 | IP-112 | 불가 | 단차 |
| SP-62 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 천장 | IP-113 | 불가 | 단차 |
| SP-63 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 천장 | IP-86 | 불가 | 단차 |
| SP-64 | 스프링클러헤드 | 창고 | 천장 | IP-32 | 도달 | |
| SP-65 | 스프링클러헤드 | 창고 | 천장 | IP-35 | 도달 | |
| SP-66 | 스프링클러헤드 | 창고 | 천장 | IP-33 | 불가 | 좁은 통로 |
| SP-67 | 스프링클러헤드 | 창고 | 천장 | IP-30 | 도달 | |
| SP-68 | 스프링클러헤드 | 창고 | 천장 | IP-36 | 도달 | |
| SP-69 | 스프링클러헤드 | 창고 | 천장 | IP-31 | 불가 | 좁은 통로 |
| SP-70 | 스프링클러헤드 | 창고 | 천장 | IP-28 | 도달 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SP-71 | 스프링클러헤드 | 창고 | 천장 | IP-37 | 도달 | |
| SP-72 | 스프링클러헤드 | 창고 | 천장 | IP-29 | 불가 | 좁은 통로 |
| SP-73 | 스프링클러헤드 | 창고 | 천장 | IP-39 | 도달 | |
| SP-74 | 스프링클러헤드 | 문서고 | 천장 | IP-57 | 불가 | 문 폭 부족 |
| SP-75 | 스프링클러헤드 | 문서고 | 천장 | IP-58 | 불가 | 문 폭 부족 |
| SP-76 | 스프링클러헤드 | 문서고 | 천장 | IP-59 | 불가 | 문 폭 부족 |
| SP-77 | 스프링클러헤드 | 문서고 | 천장 | IP-60 | 불가 | 문 폭 부족 |
| SP-78 | 스프링클러헤드 | 전기실 | 천장 | IP-80 | 불가 | 문 폭 부족 |
| SP-79 | 스프링클러헤드 | 전기실 | 천장 | IP-76 | 불가 | 문 폭 부족 |
| SP-80 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-06 | 도달 | |
| SP-81 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-09 | 도달 | |
| SP-82 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-23 | 도달 | |
| SP-83 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-24 | 도달 | |
| SP-84 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-26 | 도달 | |
| SP-85 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-41 | 도달 | |
| SP-86 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-123 | 도달 | |
| SP-87 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-122 | 도달 | |
| SP-88 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-51 | 도달 | |
| SP-89 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-67 | 도달 | |
| SP-90 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-68 | 도달 | |
| SP-91 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-96 | 도달 | |
| SP-92 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-92 | 도달 | |
| SP-93 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-90 | 도달 | |
| SP-94 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-88 | 도달 | |
| SP-95 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-49 | 도달 | |
| SP-96 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-44 | 도달 | |
| SP-97 | 스프링클러헤드 | 복도 | 천장 | IP-46 | 도달 | |

# 화재 시나리오

화원: 복도 (29.9, 17.3) · 직접 지정 · 위험 반경 3.0m

로봇 출동

**66초**

33.0m · 화원 3.58m 앞

화재 시 순찰

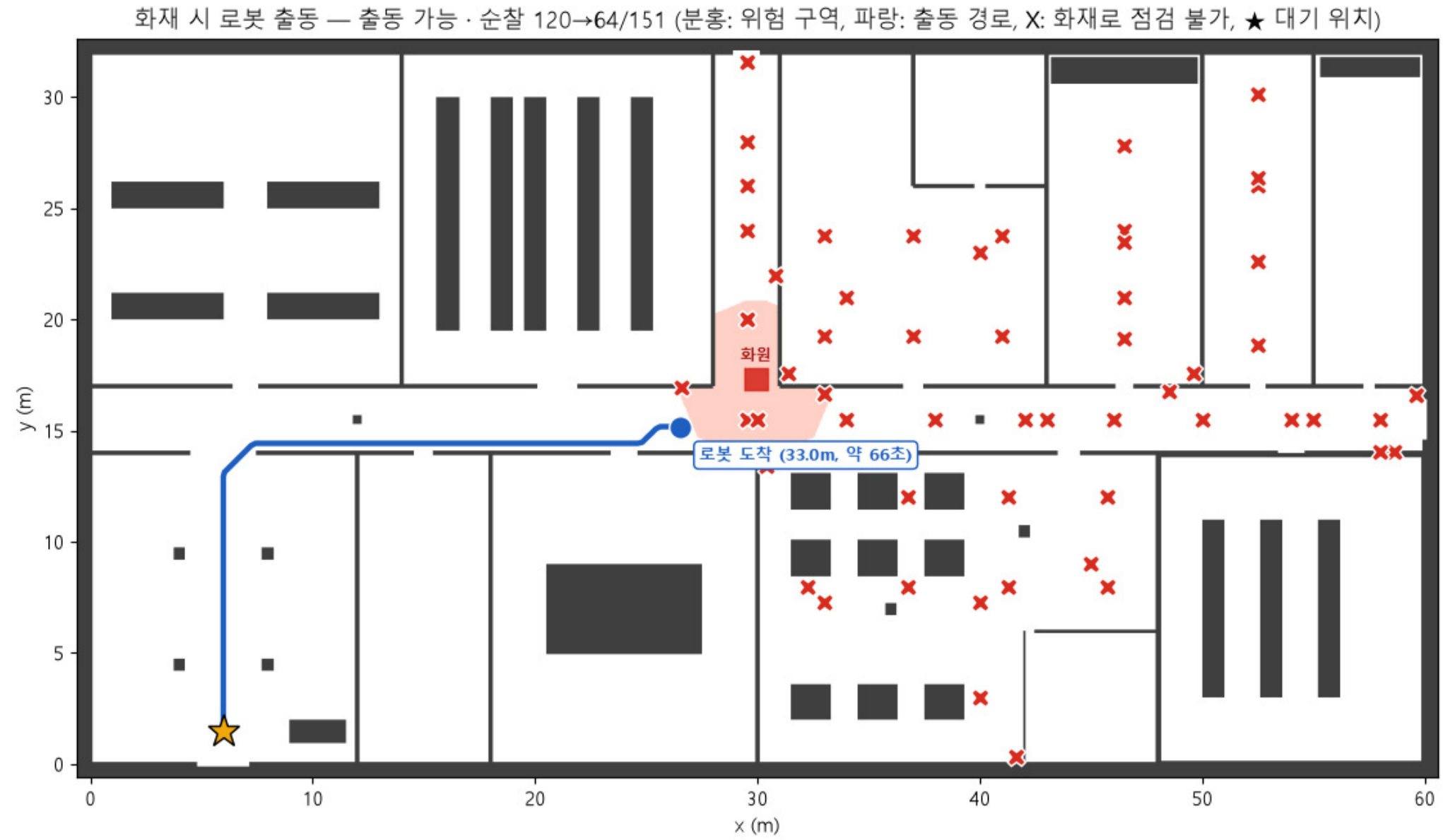
**120 → 64**

전체 151개 · 추가로 막힘 56개

대피 (참고)

**정상 9, 우회 4, 화재 구역 안 1**

**화재 시나리오 — 로봇 출동 · 화재 시 순찰**

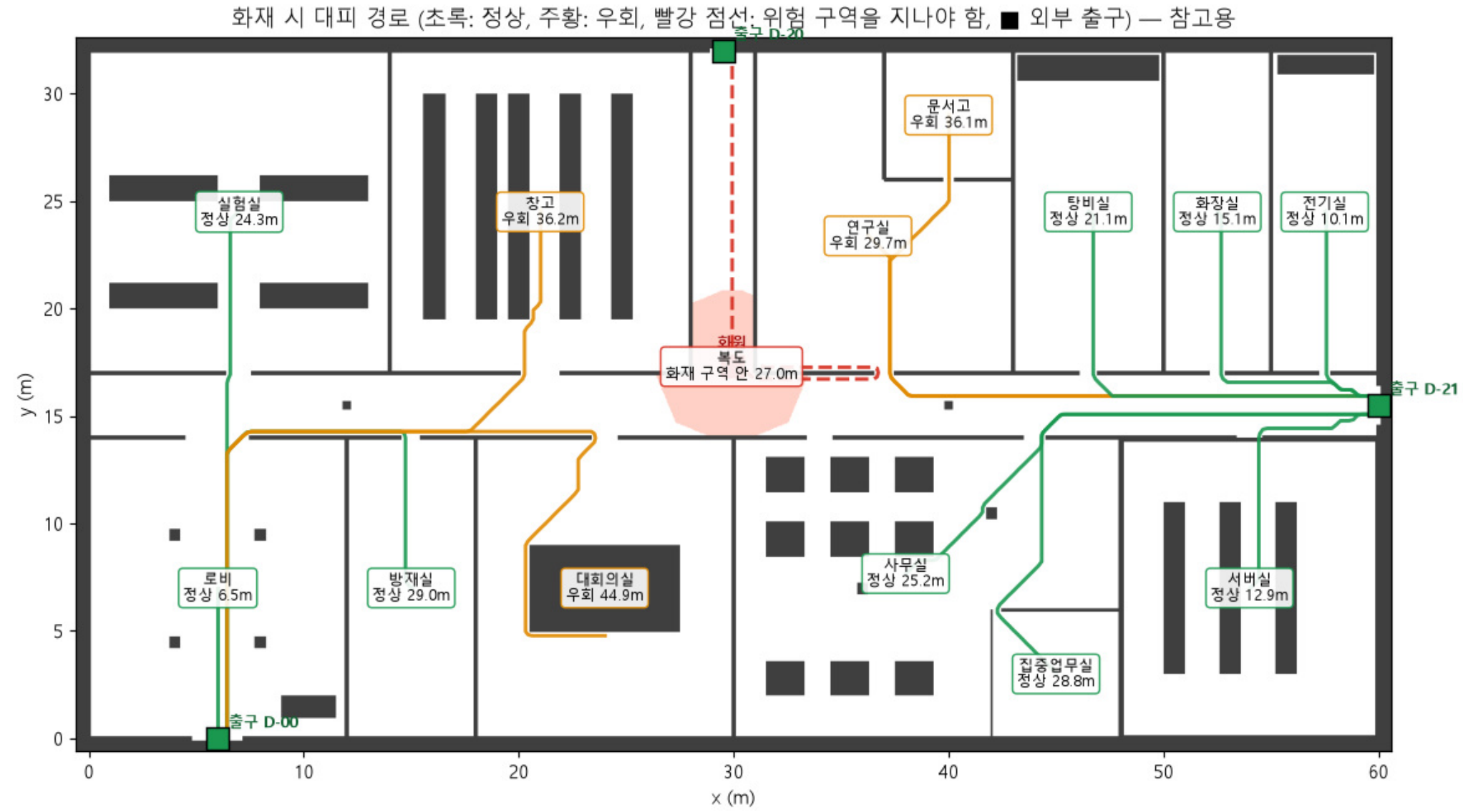


## 화재 시 점검이 막히는 시설

| 시설 | 종류 | 공간 | 화재 시 점검 불가 이유 |
|---|---|---|---|
| AB-01 | 경종 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| AB-02 | 경종 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| FE-16 | 소화기 | 복도 | 위험 구역 안 |
| FE-17 | 소화기 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| FE-18 | 소화기 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| HR-02 | 옥내소화전함 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| HR-03 | 옥내소화전함 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| MP-02 | 발신기 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| SD-21 | 연기감지기 | 복도 | 위험 구역 안 |
| SD-22 | 연기감지기 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| SD-23 | 연기감지기 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| SD-24 | 연기감지기 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| SP-87 | 스프링클러헤드 | 복도 | 위험 구역 안 |
| SP-88 | 스프링클러헤드 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| SP-89 | 스프링클러헤드 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| SP-90 | 스프링클러헤드 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| SP-91 | 스프링클러헤드 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| SP-92 | 스프링클러헤드 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| SP-93 | 스프링클러헤드 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| SP-94 | 스프링클러헤드 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| SP-95 | 스프링클러헤드 | 복도 | 위험 구역 안 |
| SP-96 | 스프링클러헤드 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| SP-97 | 스프링클러헤드 | 복도 | 화재로 경로 차단 |
| FE-04 | 소화기 | 사무실 | 화재로 경로 차단 |
| FE-08 | 소화기 | 사무실 | 화재로 경로 차단 |
| SD-06 | 연기감지기 | 사무실 | 화재로 경로 차단 |
| SD-07 | 연기감지기 | 사무실 | 화재로 경로 차단 |
| SD-08 | 연기감지기 | 사무실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-21 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-22 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-23 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-24 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-25 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-26 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-27 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-51 | 스프링클러헤드 | 사무실 | 화재로 경로 차단 |
| FE-06 | 소화기 | 연구실 | 화재로 경로 차단 |
| SD-11 | 연기감지기 | 연구실 | 화재로 경로 차단 |
| SD-12 | 연기감지기 | 연구실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-38 | 스프링클러헤드 | 연구실 | 화재로 경로 차단 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| SP-39 | 스프링클러헤드 | 연구실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-40 | 스프링클러헤드 | 연구실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-41 | 스프링클러헤드 | 연구실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-42 | 스프링클러헤드 | 연구실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-43 | 스프링클러헤드 | 연구실 | 화재로 경로 차단 |
| FE-07 | 소화기 | 탕비실 | 화재로 경로 차단 |
| HD-04 | 열감지기 | 탕비실 | 화재로 경로 차단 |
| SD-18 | 연기감지기 | 탕비실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-44 | 스프링클러헤드 | 탕비실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-45 | 스프링클러헤드 | 탕비실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-46 | 스프링클러헤드 | 탕비실 | 화재로 경로 차단 |
| SD-13 | 연기감지기 | 화장실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-47 | 스프링클러헤드 | 화장실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-48 | 스프링클러헤드 | 화장실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-49 | 스프링클러헤드 | 화장실 | 화재로 경로 차단 |
| SP-50 | 스프링클러헤드 | 화장실 | 화재로 경로 차단 |

## 화재 시나리오 — 대피


화재 시 대피 경로 (초록: 정상, 주황: 우회, 빨강 점선: 위험 구역을 지나야 함, ■ 외부 출구) — 참고용
출구 D-20
문서고
우회 36.1m
실험실
정상 24.3m
창고
우회 36.2m
연구실
우회 29.7m
탕비실
정상 21.1m
화장실
정상 15.1m
전기실
정상 10.1m
화재
복도
화재 구역 안 27.0m
출구 D-21
로비
정상 6.5m
방재실
정상 29.0m
대회의실
우회 44.9m
사무실
정상 25.2m
서버실
정상 12.9m
집중업무실
정상 28.8m
출구 D-00
y (m)
x (m)
0
5
10
15
20
25
30
0
10
20
30
40
50
60

## 방별 대피

| 공간 | 상태 | 출구 | 거리(m) | 시간(초) | 비고 |
|---|---|---|---|---|---|
| 로비 | 정상 | D-00 | 6.5 | 5 | |
| 방재실 | 정상 | D-00 | 29.0 | 24 | |
| 대회의실 | 우회 | D-00 | 44.9 | 37 | 평상시 D-20 → D-00, +10.5m |
| 사무실 | 정상 | D-21 | 25.2 | 21 | |
| 집중업무실 | 정상 | D-21 | 28.8 | 24 | |
| 서버실 | 정상 | D-21 | 12.9 | 11 | |
| 복도 | 화재 구역 안 | D-20 | 27.0 | 23 | 위험 구역 안 — 즉시 대피 |
| 실험실 | 정상 | D-00 | 24.3 | 20 | |
| 창고 | 우회 | D-00 | 36.2 | 30 | 평상시 D-20 → D-00, +6.5m |
| 연구실 | 우회 | D-21 | 29.7 | 25 | 평상시 D-20 → D-21, +1.8m |
| 문서고 | 우회 | D-21 | 36.1 | 30 | 평상시 D-20 → D-21, +1.3m |
| 탕비실 | 정상 | D-21 | 21.1 | 18 | |
| 화장실 | 정상 | D-21 | 15.1 | 13 | |
| 전기실 | 정상 | D-21 | 10.1 | 8 | |

위험 구역은 화원에서 벽을 따라 반경 안쪽. 연기·열 확산, 사람 정체, 계단은 반영하지 않음. 대피는 참고용.

# 화재 확산 시간 진행

화재 성장 보통 · 최대 1.00 MW · 감지 30초에 로봇 출동·대피 시작 · 연기 0.3m/s · 사람 1.2m/s

로봇 도착
**96초**
그때 화재 0.11 MW · 위험 반경 0.98m

대피
**연기 전 대피 13, 위험 구역 통과 1**

마지막 대피 완료
**67초**
발화 후

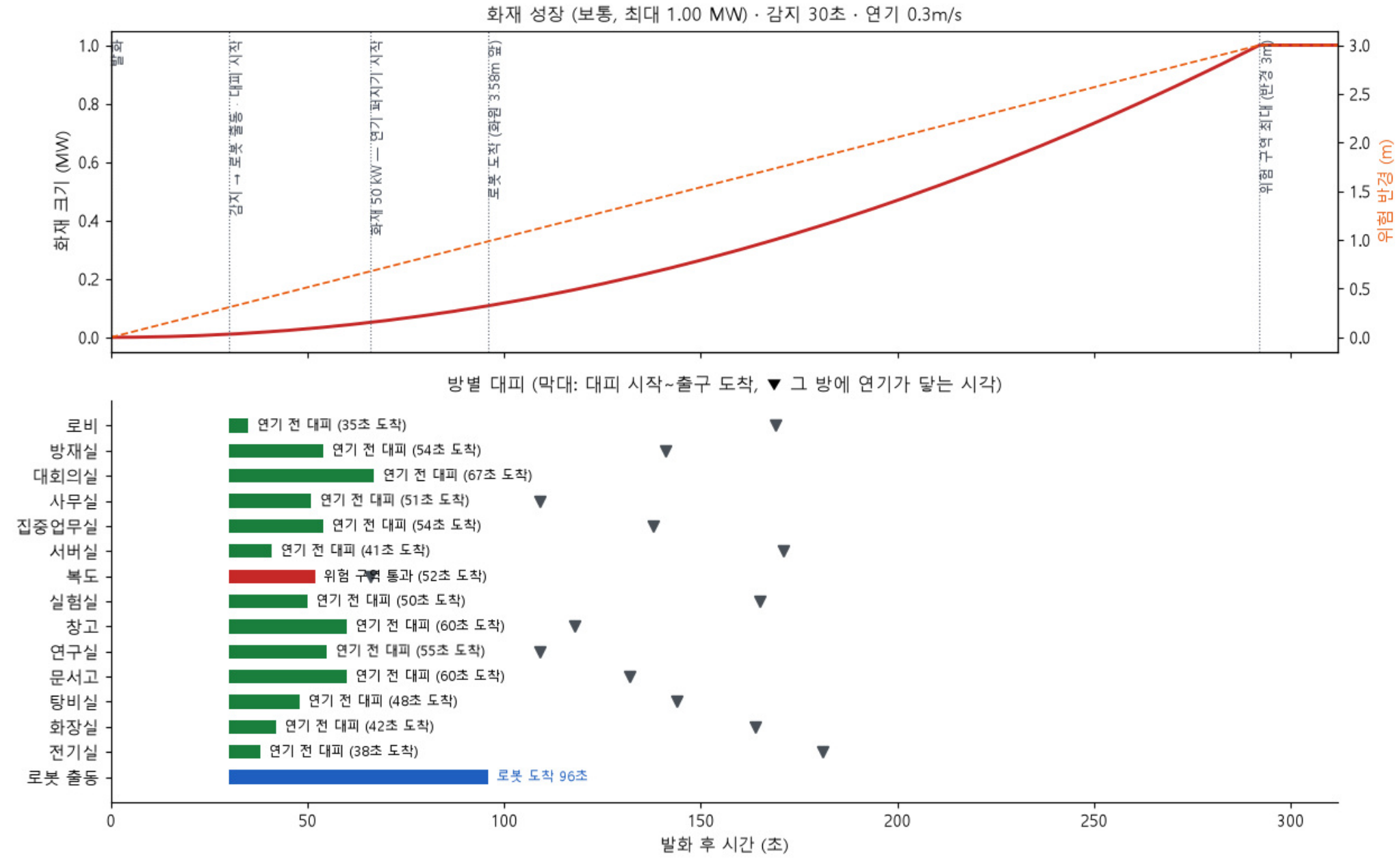
| 시각 | 사건 |
|---|---|
| 0초 | 발화 |
| 30초 | 감지 → 로봇 출동 · 대피 시작 |
| 35초 | 대피 완료: 로비 (연기 전 대피) |
| 38초 | 대피 완료: 전기실 (연기 전 대피) |
| 41초 | 대피 완료: 서버실 (연기 전 대피) |
| 42초 | 대피 완료: 화장실 (연기 전 대피) |
| 48초 | 대피 완료: 탕비실 (연기 전 대피) |
| 50초 | 대피 완료: 실험실 (연기 전 대피) |
| 51초 | 대피 완료: 사무실 (연기 전 대피) |
| 52초 | 대피 완료: 복도 (위험 구역 통과) |
| 54초 | 대피 완료: 방재실 (연기 전 대피) |
| 54초 | 대피 완료: 집중업무실 (연기 전 대피) |
| 55초 | 대피 완료: 연구실 (연기 전 대피) |
| 60초 | 대피 완료: 창고 (연기 전 대피) |
| 60초 | 대피 완료: 문서고 (연기 전 대피) |
| 66초 | 화재 50 kW — 연기 퍼지기 시작 |
| 66초 | 연기 도달: 복도 |
| 67초 | 대피 완료: 대회의실 (연기 전 대피) |
| 96초 | 로봇 도착 (화원 3.58m 앞) |
| 109초 | 연기 도달: 사무실 |
| 109초 | 연기 도달: 연구실 |
| 118초 | 연기 도달: 창고 |
| 132초 | 연기 도달: 문서고 |
| 138초 | 연기 도달: 집중업무실 |
| 141초 | 연기 도달: 방재실 |
| 144초 | 연기 도달: 탕비실 |
| 164초 | 연기 도달: 화장실 |
| 165초 | 연기 도달: 실험실 |
| 169초 | 연기 도달: 로비 |
| 171초 | 연기 도달: 서버실 |
| 181초 | 연기 도달: 전기실 |
| 292초 | 위험 구역 최대 (반경 3m) |

| 공간 | 판정 | 출구 도착 | 연기 도달 | 연기 노출 |
|---|---|---|---|---|
| 로비 | 연기 전 대피 | 35초 | 169초 | - |

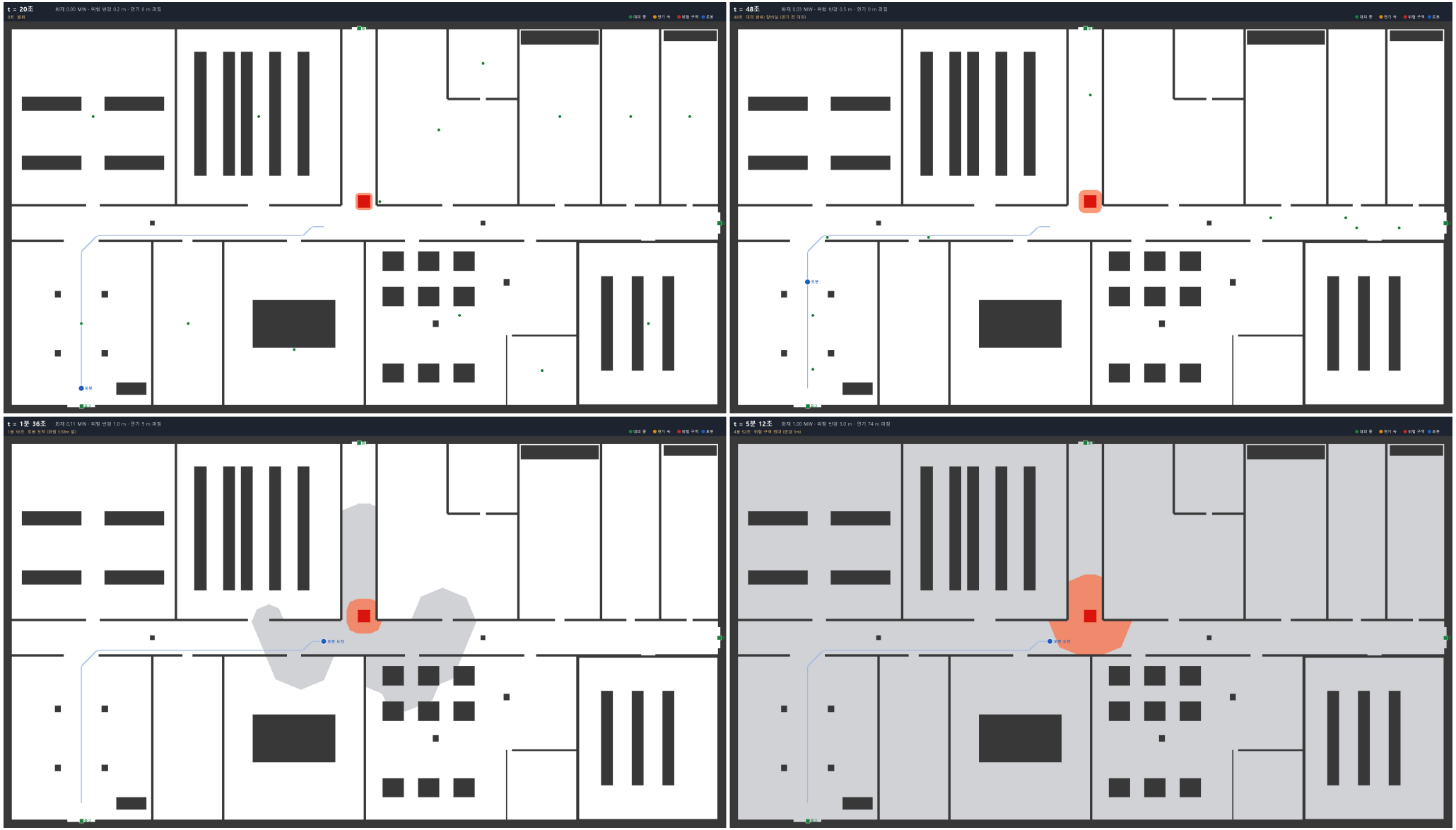
| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 방재실 | 연기 전 대피 | 54초 | 141초 | - |
| 대회의실 | 연기 전 대피 | 67초 | - | - |
| 사무실 | 연기 전 대피 | 51초 | 109초 | - |
| 집중업무실 | 연기 전 대피 | 54초 | 138초 | - |
| 서버실 | 연기 전 대피 | 41초 | 171초 | - |
| 복도 | 위험 구역 통과 | 52초 | 66초 | - |
| 실험실 | 연기 전 대피 | 50초 | 165초 | - |
| 창고 | 연기 전 대피 | 60초 | 118초 | - |
| 연구실 | 연기 전 대피 | 55초 | 109초 | - |
| 문서고 | 연기 전 대피 | 60초 | 132초 | - |
| 탕비실 | 연기 전 대피 | 48초 | 144초 | - |
| 화장실 | 연기 전 대피 | 42초 | 164초 | - |
| 전기실 | 연기 전 대피 | 38초 | 181초 | - |

화재 크기는 FDS 입력(RAMP·TAU_Q) 또는 $t^2$ 성장, 위험 반경은 √(화재 크기)에 비례, 연기는 벽을 따라 일정 속도로 퍼진다고 본 근사입니다. 연기 농도·온도·사람 정체는 계산하지 않습니다 (FDS 계산 결과를 대신하지 않음).

## 화재 시간 진행 — 화재 크기 · 방별 대피



# 화재 시간 진행 — 장면


t = 20초
화재 0.00 MW · 위험 반경 0.2 m · 연기 0 m 피점
대피 중
연기 속
위험 구역
로봇
t = 48초
화재 0.03 MW · 위험 반경 0.5 m · 연기 0 m 피점
대피 중
연기 속
위험 구역
로봇
t = 1분 36초
화재 0.11 MW · 위험 반경 1.0 m · 연기 9 m 피점
대피 중
연기 속
위험 구역
로봇
로봇 도착
t = 5분 12초
화재 1.00 MW · 위험 반경 3.0 m · 연기 74 m 피점
대피 중
연기 속
위험 구역
로봇
로봇 도착

# 건물 전체 화재 위험 지도

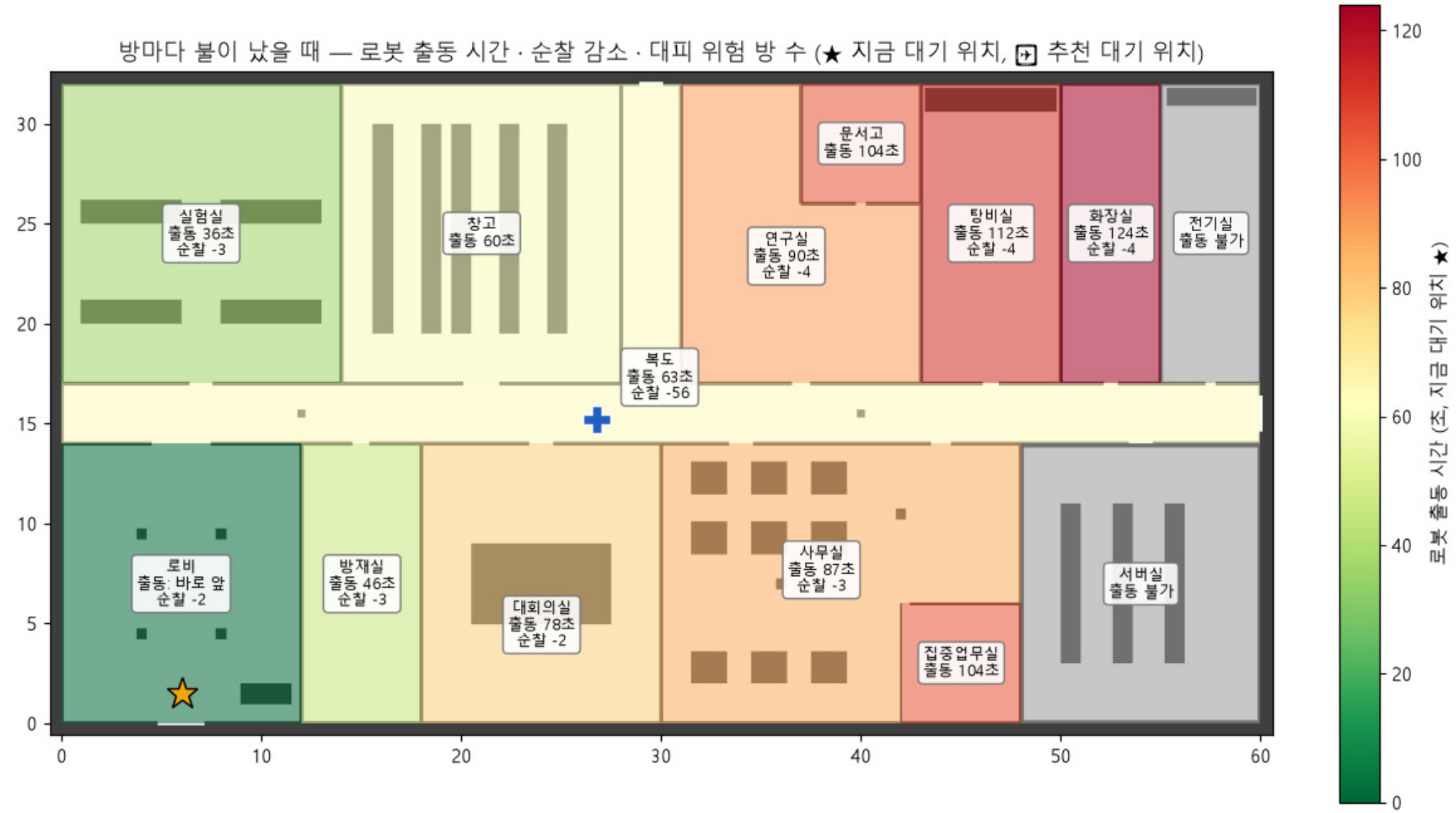
방 14개에 차례로 화원 · 위험 반경 3.0m · 로봇 0.5m/s

추천 대기 위치
**복도**
최악 출동 124초 → 57초

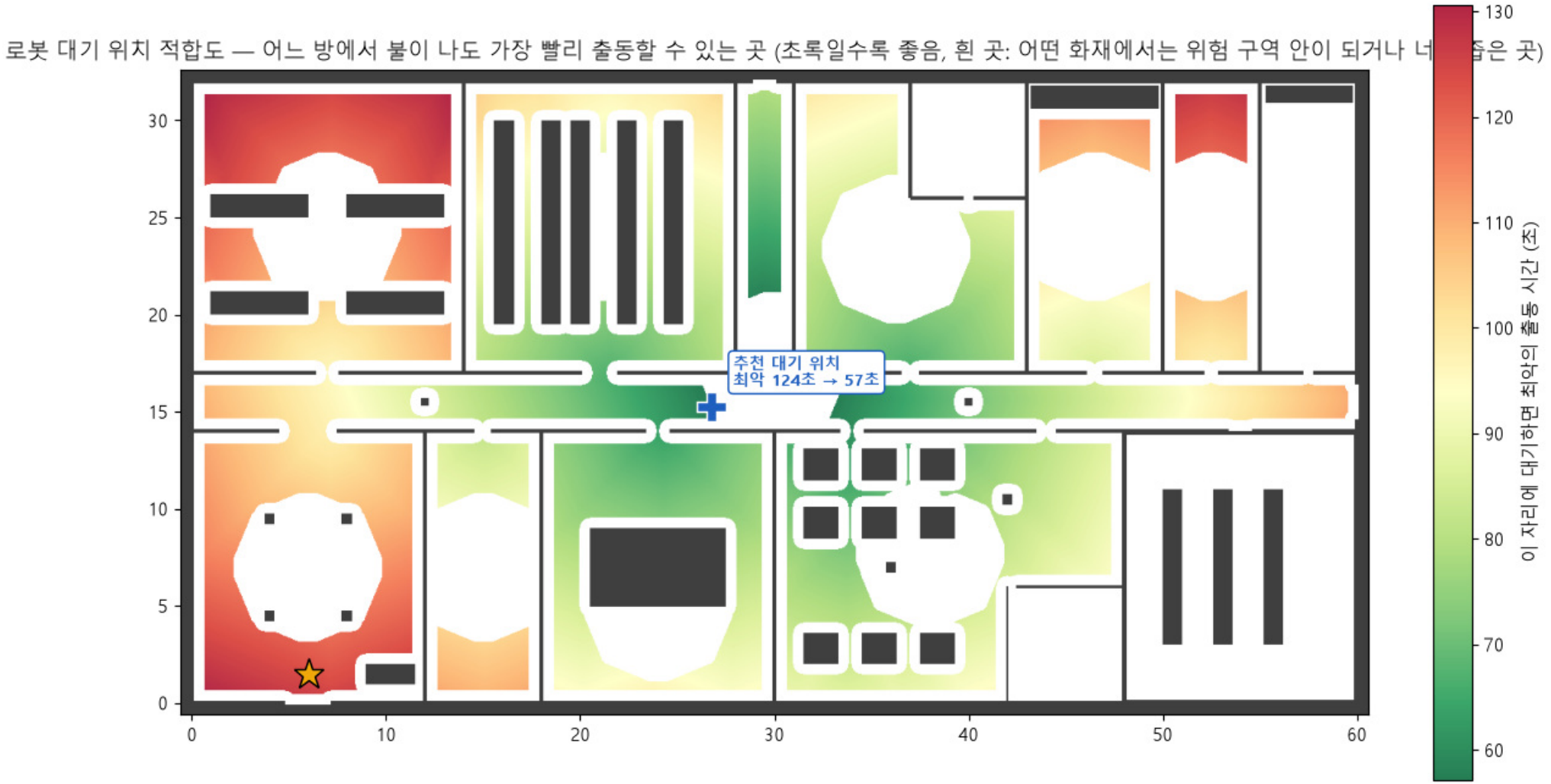
출동이 가장 오래 걸리는 곳
**화장실**
124초

순찰이 가장 많이 막히는 곳
**복도**
−56개 시설

## 화재 위험 지도 — 방별 출동 시간 · 순찰 감소 · 대피 위험



## 화재 위험 지도 — 로봇 대기 위치 적합도



## 방별 결과

| 화재 위치 | 출동(초) 지금 | 출동(초) 추천 위치 | 화재 시 순찰 | 대피 위험 방 |
|---|---|---|---|---|
| 로비 | 0 | 44 | 118 (−2) | - |
| 방재실 | 46 | 28 | 117 (−3) | - |
| 대회의실 | 78 | 24 | 118 (−2) | - |
| 사무실 | 87 | 22 | 117 (−3) | - |
| 집중업무실 | 104 | 39 | 120 (−0) | - |
| 서버실 | 출동 불가 | - | 120 (−0) | - |
| 복도 | 63 | 1 | 64 (−56) | - |
| 실험실 | 36 | 45 | 117 (−3) | - |
| 창고 | 60 | 16 | 120 (−0) | - |
| 연구실 | 90 | 24 | 116 (−4) | - |
| 문서고 | 104 | 37 | 120 (−0) | - |
| 탕비실 | 112 | 45 | 116 (−4) | - |
| 화장실 | 124 | 57 | 116 (−4) | - |
| 전기실 | 출동 불가 | - | 120 (−0) | - |

# 로봇 대수 · 배치

목표: 최대 출동 30초 · 순찰 한 바퀴 10분 · 포인트당 점검 10초 · 위험 반경 3m · 로봇 0.5m/s · 시간: 같은 로봇으로 다른 건물(demo_research_1F.ifc)에서 잰 시뮬레이션 20개 구간 ($R^2$ 0.78, 0.5m/s) 보정 (×2.01, 포인트당 +4초)

**참고**: 거리 ÷ 속도로만 계산했다면 목표 달성 불가 — 실제 주행 시간 기준으로는 4대가 필요합니다.

| 필요한 로봇 | 어디서 불이 나도 도착 (최악) | 순찰 한 바퀴 (가장 긴 로봇) |
|---|---|---|
| **4대** | **43초** | **17.6분** |
| 최대 4대로도 목표 미달 | 지금 1대 253초 | 지금 1대 62.3분 |

| 대수 | 최악 출동 | 평균 출동 | 순찰 한 바퀴 (최대) | 목표 |
|---|---|---|---|---|
| 1대 | 120초 | 68초 | 62.4분 | 미달 |
| 2대 | 63초 | 42초 | 33.7분 | 미달 |
| 3대 | 57초 | 34초 | 22.5분 | 미달 |
| 4대 (선택) | 43초 | 25초 | 17.6분 | 미달 |

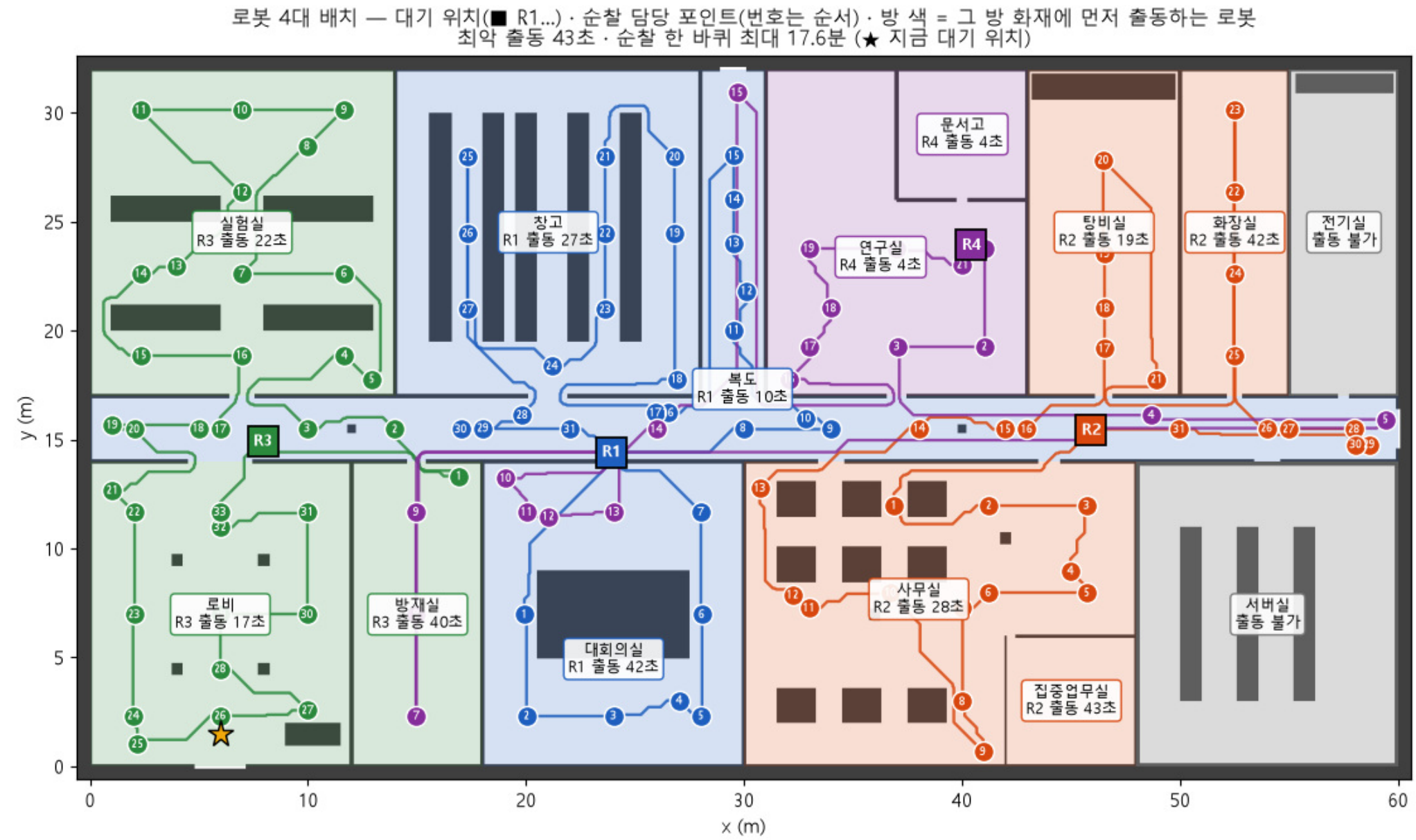
## 로봇별 담당

| 로봇 | 대기 위치 | 공간 | 점검 포인트 | 담당 시설 | 순찰 거리 | 한 바퀴 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| R1 | (23.9, 14.4) | 복도 | 31개 | 32개 | 153 m | 17.6분 |
| R2 | (45.9, 15.4) | 복도 | 31개 | 33개 | 154 m | 17.6분 |
| R3 | (7.9, 14.9) | 복도 | 33개 | 33개 | 146 m | 17.5분 |
| R4 | (40.4, 23.9) | 연구실 | 21개 | 22개 | 188 m | 17.6분 |

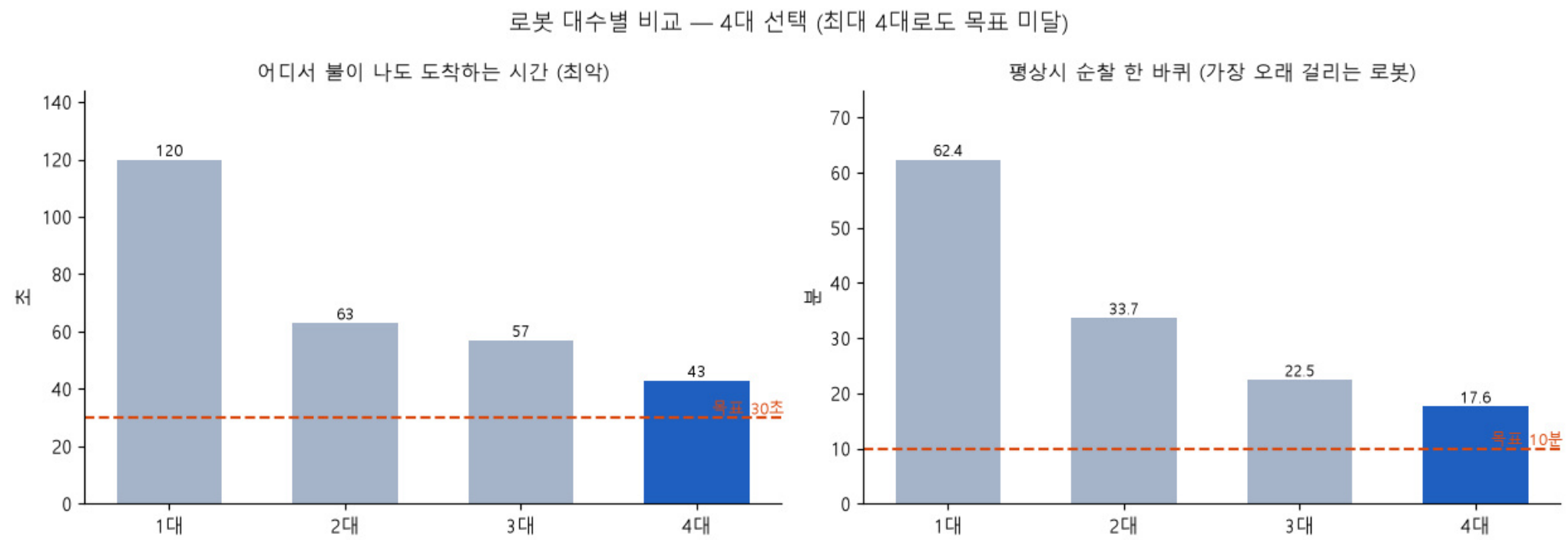
## 방별 출동

| 화재 위치 | 먼저 출동하는 로봇 | 도착 |
|---|---|---|
| 집중업무실 | R2 | 43초 |
| 대회의실 | R1 | 42초 |
| 화장실 | R2 | 42초 |
| 방재실 | R3 | 40초 |
| 사무실 | R2 | 28초 |
| 창고 | R1 | 27초 |
| 실험실 | R3 | 22초 |
| 탕비실 | R2 | 19초 |
| 로비 | R3 | 17초 |
| 복도 | R1 | 10초 |
| 연구실 | R4 | 4초 |
| 문서고 | R4 | 4초 |

## 로봇 4대 배치 — 대기 위치 · 순찰 구역 · 출동 담당



## 로봇 대수별 비교


로봇 대수별 비교 — 4대 선택 (최대 4대로도 목표 미달)
어디서 불이 나도 도착하는 시간 (최악)
초
140
120
100
80
60
40
20
0
120
63
57
43
목표 30초
1대
2대
3대
4대
평상시 순찰 한 바퀴 (가장 오래 걸리는 로봇)
분
70
60
50
40
30
20
10
0
62.4
33.7
22.5
17.6
목표 10분
1대
2대
3대
4대

# 개선안 효과

D-05 서버실 (방화문): 경사로: 단차 0.15 → 0m (지도 88칸)
D-11 전기실 (방화문): 폭 0.55 → 0.90m (지도 32칸)
D-12 문서고: 폭 0.55 → 0.90m (지도 36칸)

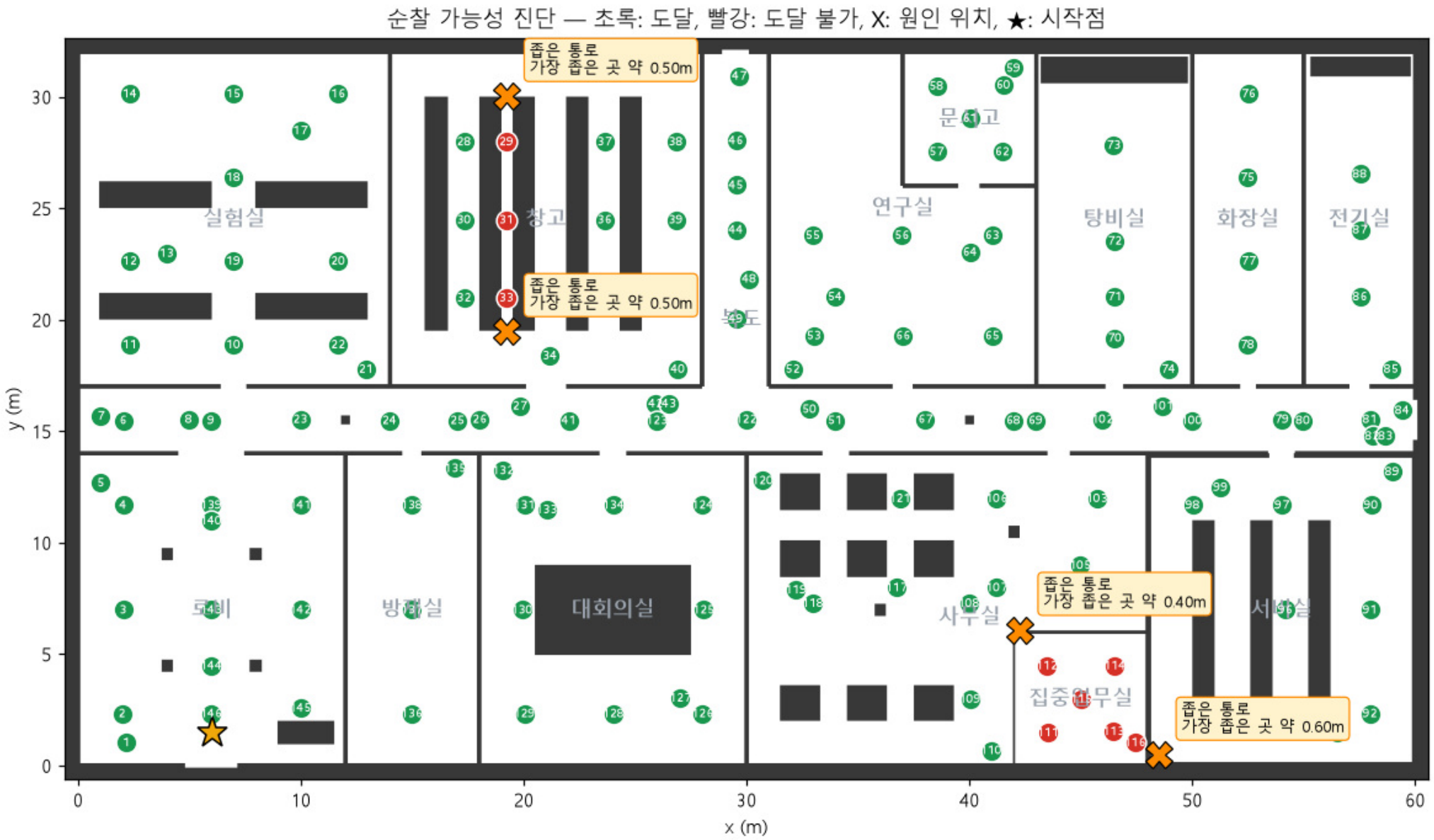
순찰 가능 시설

**120 → 141**

전체 151개 · +21개

| 새로 점검 가능한 시설 | 종류 | 공간 | 개선 전 원인 |
|---|---|---|---|
| FE-10 | 소화기 | 서버실 | 단차 |
| FE-13 | 소화기 | 문서고 | 문 폭 부족 |
| FE-14 | 소화기 | 전기실 | 문 폭 부족 |
| HD-01 | 열감지기 | 서버실 | 단차 |
| HD-02 | 열감지기 | 서버실 | 단차 |
| HD-03 | 열감지기 | 전기실 | 문 폭 부족 |
| SD-17 | 연기감지기 | 문서고 | 문 폭 부족 |
| SP-56 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 단차 |
| SP-57 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 단차 |
| SP-58 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 단차 |
| SP-59 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 단차 |
| SP-60 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 단차 |
| SP-61 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 단차 |
| SP-62 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 단차 |
| SP-63 | 스프링클러헤드 | 서버실 | 단차 |
| SP-74 | 스프링클러헤드 | 문서고 | 문 폭 부족 |
| SP-75 | 스프링클러헤드 | 문서고 | 문 폭 부족 |
| SP-76 | 스프링클러헤드 | 문서고 | 문 폭 부족 |
| SP-77 | 스프링클러헤드 | 문서고 | 문 폭 부족 |
| SP-78 | 스프링클러헤드 | 전기실 | 문 폭 부족 |
| SP-79 | 스프링클러헤드 | 전기실 | 문 폭 부족 |

## 개선안 적용 후 진단 지도


순찰 가능성 진단 — 초록: 도달, 빨강: 도달 불가, X: 원인 위치, ★: 시작점
좁은 통로
가장 좁은 곳 약 0.50m
좁은 통로
가장 좁은 곳 약 0.50m
좁은 통로
가장 좁은 곳 약 0.40m
좁은 통로
가장 좁은 곳 약 0.60m
실험실
창고
연구실
문서고
탕비실
화장실
전기실
로비
방재실
대회의실
사무실
집중업무실
y (m)
x (m)

## 여전히 도달 불가

| 시설 | 종류 | 공간 | 원인 | 근거 |
|---|---|---|---|---|
| FE-09 | 소화기 | 집중업무실 | 좁은 통로 | 가장 좁은 곳 약 0.60m (필요 0.60m) |
| FE-12 | 소화기 | 창고 | 좁은 통로 | 가장 좁은 곳 약 0.50m (필요 0.60m) |
| SD-14 | 연기감지기 | 집중업무실 | 좁은 통로 | 가장 좁은 곳 약 0.40m (필요 0.60m) |
| SP-52 | 스프링클러헤드 | 집중업무실 | 좁은 통로 | 가장 좁은 곳 약 0.40m (필요 0.60m) |
| SP-53 | 스프링클러헤드 | 집중업무실 | 좁은 통로 | 가장 좁은 곳 약 0.40m (필요 0.60m) |
| SP-54 | 스프링클러헤드 | 집중업무실 | 좁은 통로 | 가장 좁은 곳 약 0.40m (필요 0.60m) |
| SP-55 | 스프링클러헤드 | 집중업무실 | 좁은 통로 | 가장 좁은 곳 약 0.40m (필요 0.60m) |
| SP-66 | 스프링클러헤드 | 창고 | 좁은 통로 | 가장 좁은 곳 약 0.50m (필요 0.60m) |
| SP-69 | 스프링클러헤드 | 창고 | 좁은 통로 | 가장 좁은 곳 약 0.50m (필요 0.60m) |
| SP-72 | 스프링클러헤드 | 창고 | 좁은 통로 | 가장 좁은 곳 약 0.50m (필요 0.60m) |