

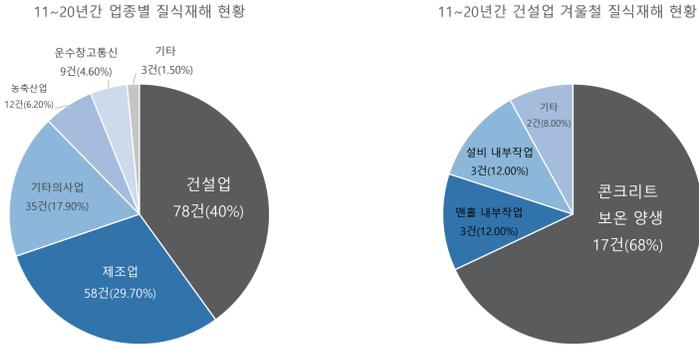


콘크리트 보온 양생 현장 일산화탄소 중독예방을 위한 환기 조건 설정

175524 김태우
175468 이주연

1. 연구배경

1.1 현황



- 질식재해 최다 다발 업종은 건설업. 특히 겨울철에 집중 발생
- 건설업 겨울철 질식재해 대부분 콘크리트 보온 양생 현장에서 발생

1.2 문제점



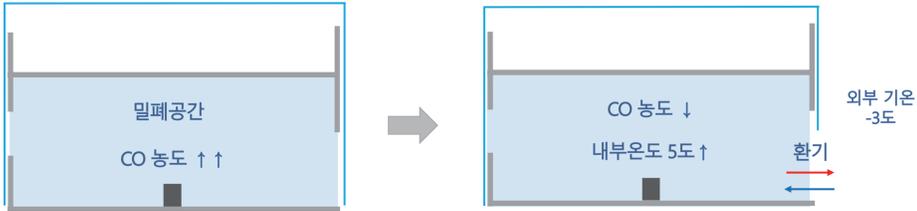
- 보온 양생을 위해 보양
- 밀폐공간 형성
- 실내 일산화탄소 농도 ↑



- 연료 교체 & 양생 확인 시 사고발생

2. 연구목표

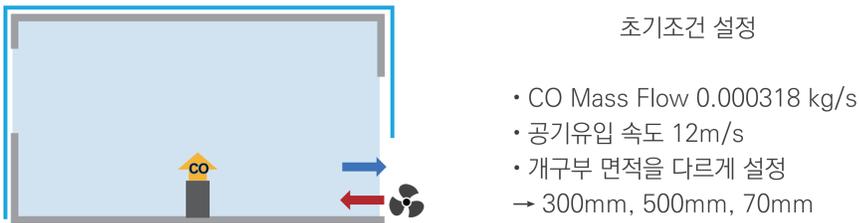
- 연료 교체를 위해 출입 전 환기 어떻게 할 것인가?
- 목표 : 환기를 통해 일산화탄소 농도는 낮추면서 실내 온도는 양생에 적합한 온도 유지



→ 개구부에서 공기가 유입되는 면적을 다르게 설정하여 목표 달성을 위한 최적 조건 탐색

3. 연구방법

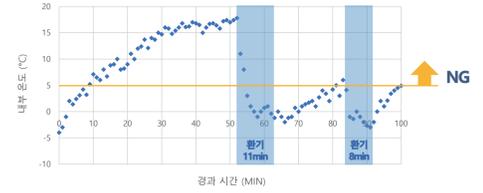
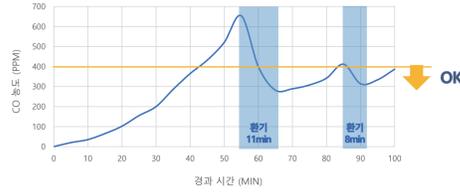
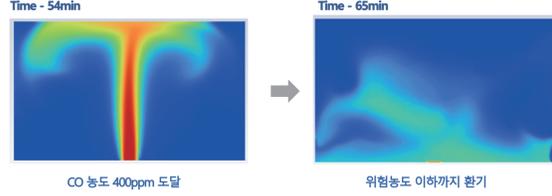
- CFD 프로그램을 사용하여 시뮬레이션 진행



사람의 호흡 높이를 고려하여 2m높이에서의 일산화탄소 농도 측정 위험 농도 기준은 800ppm 미만으로 설정 → 400ppm 기준 설정

4. 연구결과

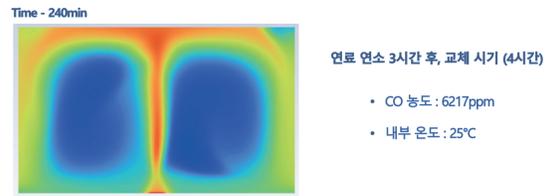
Plan A: 주기적인 환기를 통한 위험농도 도달 억제



최초 목표로 일정 시간마다 환기를 통해 실내를 위험농도(400ppm) 이하로 유지하는 방안을 고안했으며 위험농도 도달 시와 이후 환기 시 실내 일산화탄소 농도는 그림과 같다.

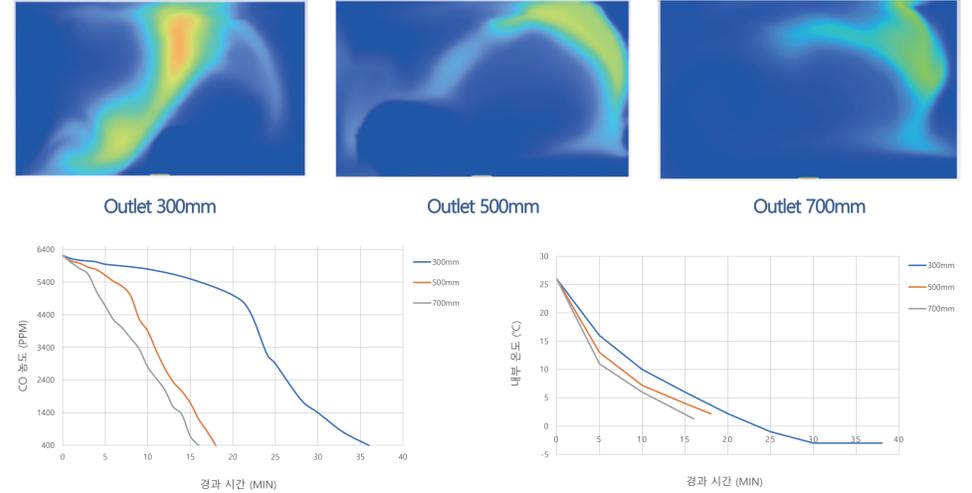
경과 시간에 따른 일산화탄소의 농도 변화와 내부 온도의 변화를 데이터로 얻어 그래프를 그렸다. 최초로 일산화탄소가 위험농도를 초과했을때 54분이 경과했으며 이후 환기를 실시해 위험농도 이하 도달까지 11분이 소요됐다. 다음 위험농도 도달은 최초보다 짧은 18분이 소요됐으며 환기는 8분이 소요됐다. 하지만 내부 온도가 첫 환기 이후 5°C를 넘지 못하는 상태로 유지되어 주기적인 환기를 통한 방법은 온도 측면에서 달성하기 어렵다고 판단했다.

Plan B: 연료교체 출입 직전 환기 설계



계획을 변경하여 연료교체를 위한 출입 직전 한번의 환기로 일산화탄소의 농도를 확실하게 위험농도 이하로 환기하는 조건을 설정하기 위해 보온양생 시작 4시간 이후 실내를 상정하였다.

개구부 치수별 10분간 환기 후 CO농도 분포



각 개구부 치수별 환기 경과 시간에 따른 일산화탄소의 농도 변화와 내부 온도의 변화 그래프이다. 300mm, 500mm, 700mm의 개구부를 통해 환기 시 일산화탄소 농도가 위험농도 이하가 되기 까지 각각 38분, 18분, 16분이 소요되었고 이때 내부 온도는 -3°C, 2.2°C, 1.3°C를 달성했다. 환기 시간 측면에서 700mm의 개구부가 근소하게 빨랐지만 내부 온도 측면에서 500mm의 개구부가 가장 온도가 높아 한중콘크리트 양생에 유리할 것으로 판단했다.

5. 결론 및 향후계획



개구부 치수	CO 400ppm 도달 시간	내부 온도
300mm	38분	-3°C
500mm	18분	2.2°C
700mm	16분	1.3°C

시뮬레이션에서 사용한 모델(폭 5m, 높이 3m)에서 송풍기 폭 300mm를 제외한 개구부 치수는 일산화탄소의 농도 감소 시간과 내부 온도를 모두 고려했을때 500mm가 가장 적절하다. 이후 연구 결과의 일반화를 위해 공간의 폭, 높이를 변경한 모델과 공기의 유입속도, 개구부 위치, 개구부 개수 등의 조건을 변경한 다양한 모델에서 시뮬레이션 예정이고 400ppm보다 더 낮은 위험농도 달성과 동시에 내부 온도를 유지하는 방안에 대해 고찰이 필요하다. 또한 내부 농도 판단 기준을 설계하여 최종적으로 환기 시스템을 자동화할 계획이다.

▶ 참고문헌

최진욱, 「누출공 크기에 따른 밀폐공간 내 수소 가스의 확산 특성」, 『한국산학기술학회논문지』, 2016년, 26-35.
방주원(2017), 밀폐공간 내에서 가스 누출 특성 및 확산거동에 관한 연구. 중앙대학교.

백빛나(2021), 밀폐공간 형상 및 내부 공기 조성에 따른 필요 환기량에 관한 연구. 안전보건공단.
산업안전보건공단(2021), KOSHA Guide : 밀폐공간 작업 프로그램 수립 및 시행에 관한 기술지침.