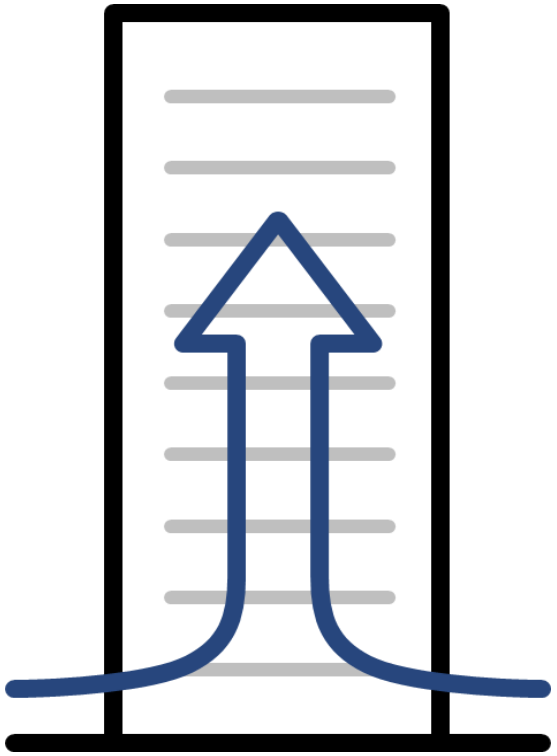
STACK

연돌현상 예측평가 보고서

: S 업무시설

Document Num.	ST-2026-999
Date	2026. 01. 01
Scope	☑ 연돌현상 예측평가
	☐ 연돌현상 설계검토 (E1, E2)
	☐ 연돌현상 영향평가 (E3, E4)
	☐ 연돌현상 기밀관리 (E5, E6)



BTairTech BUILD TIGHT

STACK

연돌현상 예측평가 보고서

: S 업무시설

Prepared for	㈜ STACK E&C
Document Num.	ST-2026-999
Date	2026. 01. 01
Scope	☑ 연돌현상 예측평가 ☐ 연돌현상 설계검토 (E1, E2) ☐ 연돌현상 영향평가 (E3, E4) ☐ 연돌현상 기밀관리 (E5, E6)
Contents	• 예측평가 결과요약 • 연돌현상 분석결과 – 주요 문제 예상결과 – 중성대 위치 및 압력분포 프로파일 – 주요층 압력차 및 난방시즌 압력차 변화 • 연돌현상 해결방안 – 개선안 적용사항 – 엔지니어링 검토사항

Project Director

Ji, Kyung-Hwan / BTairTech

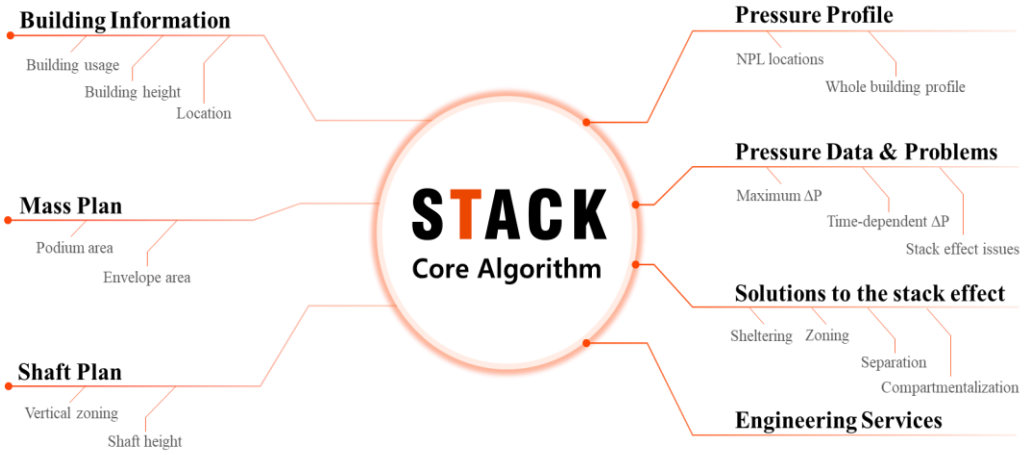
Technical Advisor

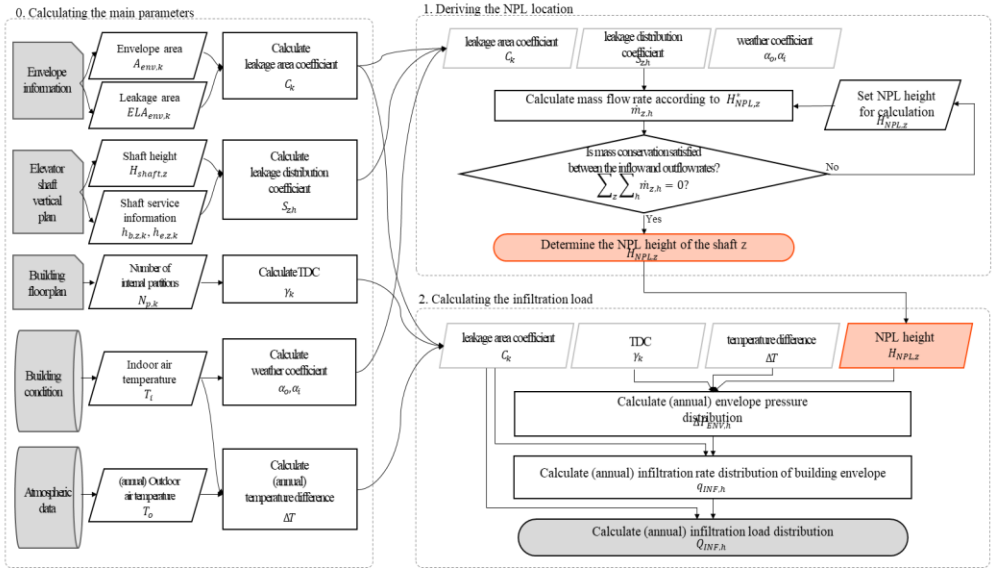
Jo, Jaehun / Inha University

BTairTech BUILD TIGHT

STACK 의 연돌현상 예측평가는 물리기반 압력분포 해석을 중심으로 수행됩니다. Mass Balance 원리에 따라 각 샤프트의 중성대(NPL)를 계산하고, 이를 기준으로 층별 압력 프로파일을 도출합니다. 이 과정에서 내부구획 및 수직 샤프트에 작용하는 압력차를 검토하여, 문제발생 가능 구역을 도출하고 실행 가능한 개선 전략을 제시합니다.

STACK은 2000년 이후 국가 R&D 및 산학 협력 성과와 국내외 80여 개 초고층 건물에서 검증된 엔지니어링 실무 경험을 반영하여 개발되었습니다. 또한 국내 다양한 프로젝트의 실측 데이터 및 장기 모니터링 결과를 기반으로 알고리즘의 예측 정확도를 검증·보정하였습니다.





Jo, J. H., Lim, J. H., Song, S. Y., Yeo, M. S., & Kim, K. W. (2007). Characteristics of pressure distribution and solution to the problems caused by stack effect in high-rise residential buildings. Building and Environment, 42(1), 263-277.

Jo, J. H., Seok, H. T., Yeo, M. S., & Kim, K. W. (2009). Simplified prediction method of stack-induced pressure distribution in high-rise residential buildings. Journal of Asian Architecture and Building Engineering, 8(1), 283-290.

Lee, D. S., Ji, K. H., Jing, J., & Jo, J. H. (2022). Experimental study on elevator door reopening problems caused by stack induced pressure differences across the elevator door in buildings. Building and Environment, 221, 109271.

Park, S. Y., Lee, D. S., Ji, K. H., & Jo, J. H. (2023). Simplified model for estimating the neutral pressure level in the elevator shaft of a building. Journal of Building Engineering, 79, 107850.

Jing, J., Ji, K. H., Yoon, S., & Jo, J. H. (2024). A novel method for evaluating stack pressure in real high-rise buildings: Optimization of measurement points. Building and Environment, 259, 111661.

Park, S. Y., Choi, S. J., Lee, D. S., & Jo, J. H. (2025). Assessing stack-induced infiltration loads by predicting neutral pressure levels in high-rise buildings. In Building Simulation, 18(5), 999-1017.

예측평가 결과요약

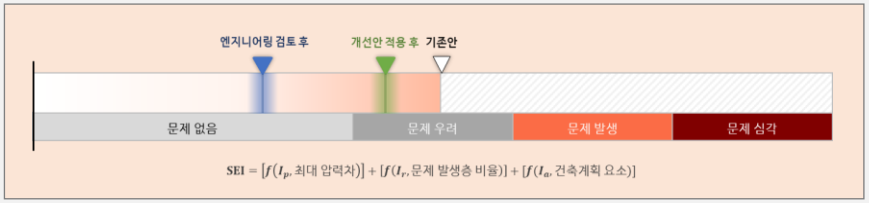
▪ 프로젝트 주요정보

프로젝트명	S 업무시설
위치	서울시
준공예정연도	2030년
건물규모	20 F (B7)
건물높이	89.7 m
건물용도	업무시설

NO IMAGE

▪ 프로젝트 주요정보

연돌효과 영향도



'연돌효과 영향도'는 건물 내 연돌효과로 인한 압력분포가 미치는 다양한 문제점을 수치화한 지표로 연돌현상으로 알려진 제반 문제점의 수준을 나타냅니다.

엔지니어링 검토사항

ICON E1 | ICON E2 | ICON E3 | ICON E4 | ICON E5 | ICON E6

- 도면 검토: 개선안 반영 검토 & 수정도면 작성
- 도면 검토: 기밀화 구획 설계 & 구획도 작성
- Simplified 시뮬레이션: Stack 모델
- Detailed 시뮬레이션: Airflow Network Program
- 기밀시공 관리체계 수립: Airtight Construction Assurance Program
- 기밀시공 진단 및 측정 (ISO 9972, ISO 6781)

개선안 리스트

ICON CT1 Compartmentalization (구획)
큰 공간을 작고 독립된 구획으로 분할(기밀 경계)

ICON CT2 Zoning (조닝)
기능·운영 목적에 따라 공간을 여러 구역으로 구분

ICON CT3 Separation (분리)
이질적 공간 간 물리적 차단하여 공기·오염 확산 방지

ICON CT4 Sheltering (셸터링)
출입구 및 개구부 버퍼존 형성

ICON CT5 Screening (스크리닝)
기능적 개구부 이중 차단

ICON CT6 특화 개선안
건축계획에 따른 특수 개선안 전략

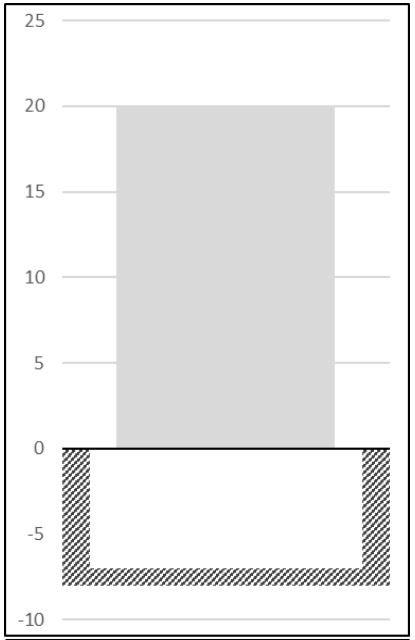
전문가 의견

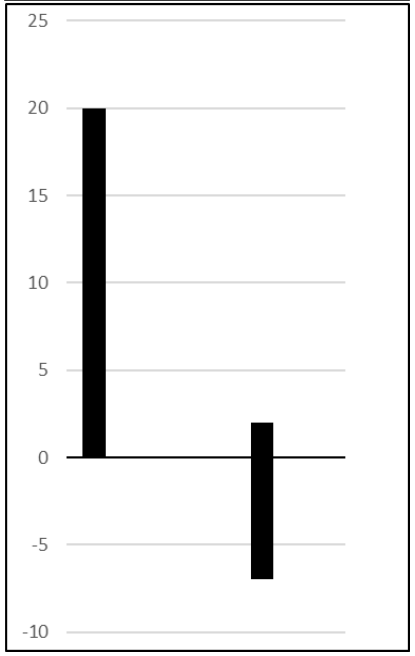
대상 건물은 일반적으로 연돌현상이 뚜렷하게 나타나는 기준 높이(약 100~120 m)에 미치지 않는 규모이며, 셔틀 엘리베이터를 통해 지하공간을 구분한 계획은 연돌현상 저감 측면에서 비교적 바람직한 요소로 판단된다. 다만, 선큰을 통해 외기와 직접 연결된 지하층의 셔틀 엘리베이터는 로비층으로 공기가 유입되는 경로로 작용할 수 있으며, 로비층이 다시 개방형 공간과 연계되는 경우 건물 내부의 공기 이동을 촉진할 가능성이 있다. 따라서 건축도면에 대한 면밀한 검토를 바탕으로 연돌현상 완화를 위한 건축적·설비적 개선방안을 마련하고, 그 효과를 정량적으로 검토하기 위한 시뮬레이션을 수행할 필요가 있다. 아울러 건물 내 공기 유동의 불필요한 확산을 억제하기 위해 기밀 시공관리를 적극 적용할 것을 권장한다. 이는 설계 단계에서 의도한 압력구획 및 공기이동 제어 전략이 실제 건물에서도 구현되기 위해서는 외피와 내부 주요 경계부위에서 지정된 기밀성능이 충분히 확보되어야 하기 때문이다. [참고]

연돌현상 해결방안: A 개선안 적용사항

연돌현상 해결방안: B 엔지니어링 검토사항

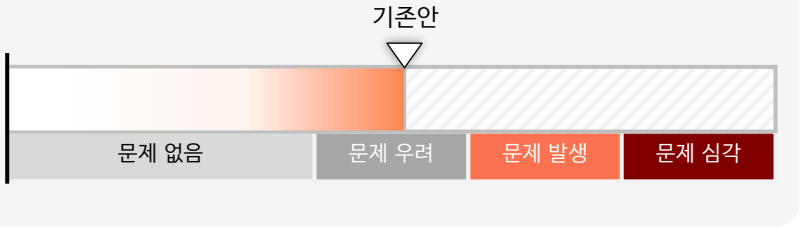
일반정보	프로젝트명	S 업무시설	건물규모	20 F (B7)
	위치	서울시	건물높이	89.7 m
	준공예정연도	2030년	건물용도	업무시설
매스계획	로비층고	9.5 m		
	저층부 포디움	NO		
	포디움 높이	-	외피 둘레길이 비율	-
	포디움 둘레길이	-	기준층 둘레길이	-
승객용 엘리베이터 샤프트 계획	수직조닝타입	Single-zone Type	샤프트별 최고 운행 층	20 F
	특이사항	저층용 셔틀엘리베이터		
계단실 샤프트 계획	피난안전구역 개수	-	위치(층)	-
건축계획 체크사항	로비층	로비층 외 출입층(지하층 선큰 공간, 지하공간 보행통로)		
	기준층	-		
	기타	옥탑층 출입		





- 건물 내 연돌효과로 인한 압력분포가 미치는 다양한 문제점을 정량화하여 종합적으로 평가함
- 건물 내 압력차로 인해 발생할 것으로 예상되는 문제와 그 영향을 받는 층의 비율을 정량적으로 제시
- 예측된 압력차를 통해 기준값 초과로 인한 문제발생 가능성을 진단하고, 개선 방향을 결정할 기초 데이터를 제시

연돌효과 영향도 (Stack Effect Index, SEI)





'연돌효과 영향도'는 건물 내 연돌효과로 인한 압력분포가 미치는 다양한 문제점을 수치화한 지표로, 연돌현상으로 알려진 제반 문제점의 수준을 나타냅니다.

: 주요 평가요소

- 최대 압력차 (Ip): 로비층 및 최상층에서의 최대 압력차, [Ip] 환산 데이터
- 문제 발생층 비율 (Ir): 기준 압력차를 초과하는 층의 비율, [Ir] 환산 데이터
- 건축계획 요소 (Ia): 연돌현상에 영향을 미치는 계획적 요인, [Ia] 환산 데이터

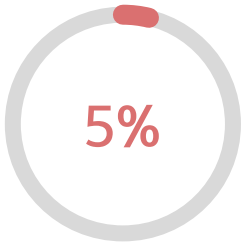
등급 정의

〉 **문제 없음:** 주요 구간에서 유의할 만한 압력차 문제가 없음(단, 상세 건축계획에 따라 달라질 수 있음)
〉 **문제 우려:** 일부 구간에서 압력차 문제가 발생할 가능성이 있으며, 사전 검토 및 건축적 개선이 필요함
〉 **문제 발생:** 다수 구간에서 압력차 문제가 발생하며, 개선안 저감수준에 대한 검토가 필요함
〉 **문제 심각:** 대부분 구간에서 압력차 문제가 발생하며, 특정 구간은 문제가 매우 심각함

문제발생 예상층

기준압력차를 초과하는 층의 비율

1개층/20개층



최대 연돌 압력차 (ΔP)

최상층
76 – 81 Pa

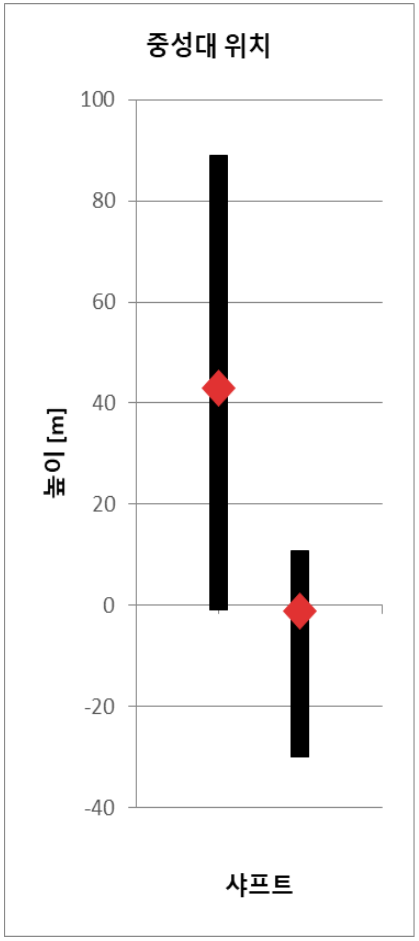
로비층
73 – 78 Pa

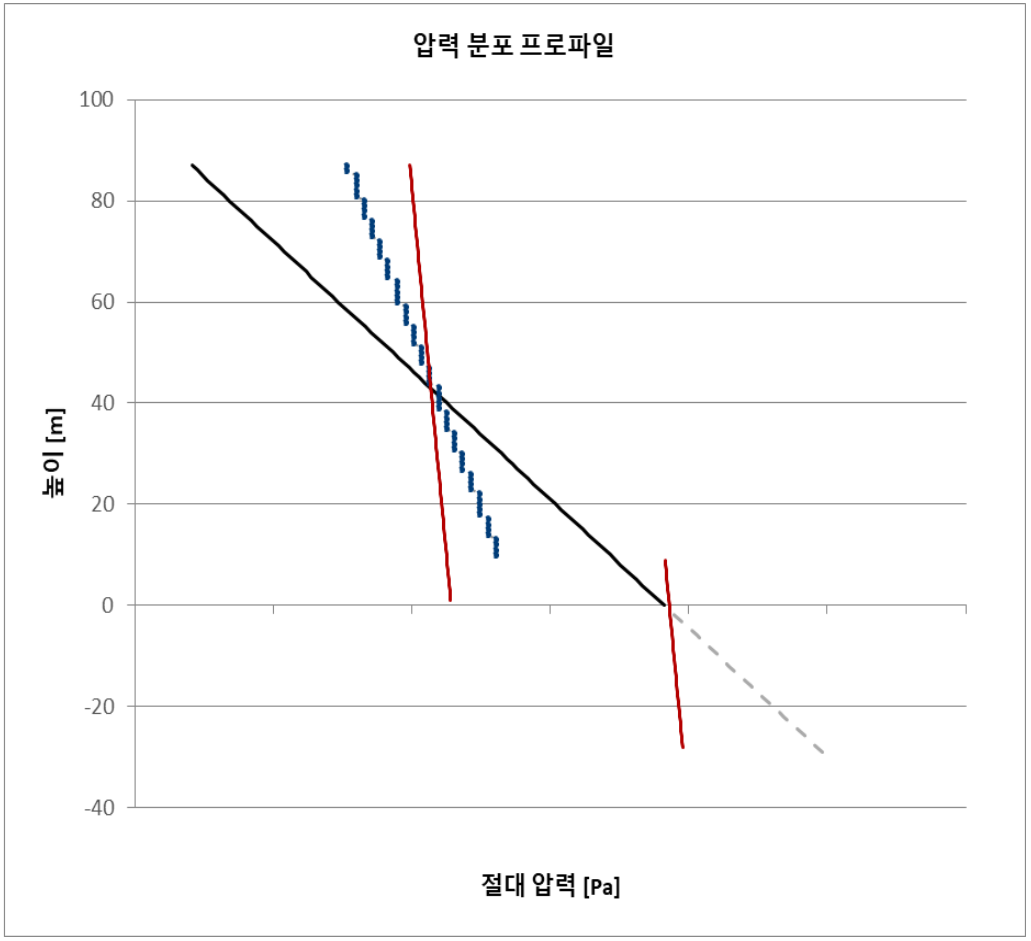


- 중성대(Neutral Pressure Level, NPL)은 실내외 압력차가 0이 되는 높이로, 중성대로부터의 수직거리에 비례하여 연돌효과 압력차 크기가 결정됨
- 압력분포 프로파일은 높이에 따른 압력차 분포를 나타내며, 건물 전체 압력차 양상 및 최대압력차 위치 등을 파악할 수 있음

! 외피기밀도 및 세부 건축요소에 따라 실제 압력분포 프로파일과는 차이가 발생할 수 있음

〉 중성대 위치 및 압력분포 프로파일





샤프트 중성대

43 m (9 F)

외기
실내
샤프트 내부

- 연돌효과에 의해 발생하는 주요 문제들을 구분하고, 계산된 압력차 데이터를 기반으로 건물 운영 시 예상되는 하자 및 문제를 제시
- 압력차 기준을 초과하여 문제 발생이 예상되거나 주의가 필요한 층의 위치와 개수를 정량적으로 제시

〉주요 문제 및 하자

에너지 손실 및 실내 공기유동 불안정

침기/누기 증가, 환기성능 저하, 압력제어 오류

시뮬레이션 검토 필요

건축 요소 과압 문제

압력차로 인해 문이 열리거나 닫히기 어려움 (보행불편, 안전문제)

개선안 설계도서 반영필요

엘리베이터문 오작동 및 고장

엘리베이터 운행 장애 및 진동 문제 발생

개선안 설계도서 반영필요

엘리베이터문/출입문 소음 발생

틈새를 통한 고주파 소음 발생

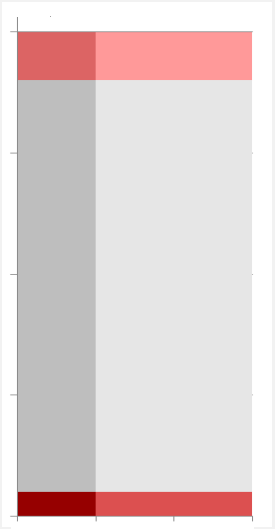
개선안 설계도서 반영필요

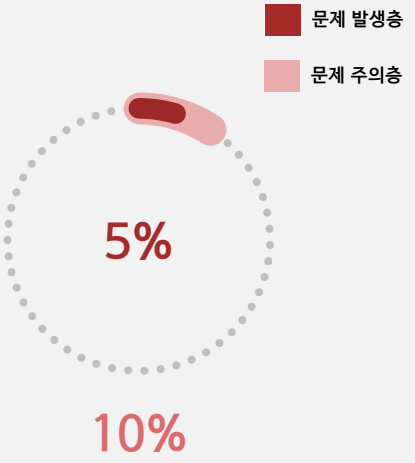
화재 및 피난 안전

수직 샤프트를 통한 연기 전파로 피난 안전성 저하

시뮬레이션 검토 필요

〉문제 발생 예상 층





문제 발생층

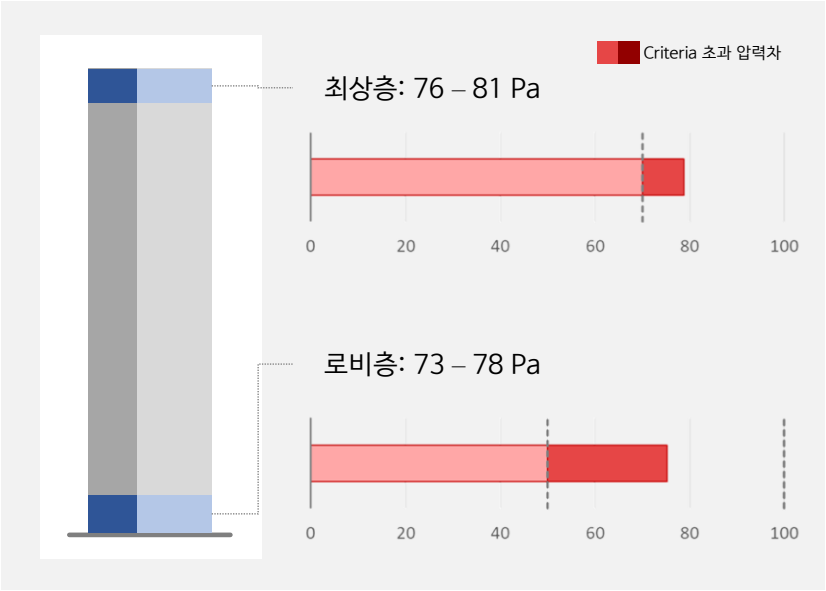
1개층 /20개층

문제 주의층

2개층 /20개층

- 건물 내에서 압력차 문제가 가장 취약한 주요층(최상층 및 로비층)의 최대 실내외 압력차를 제시
- 위치에 대한 기후데이터를 기반으로 주요층에서 난방기간 동안의 압력차 변화를 제시

〉 주요층 압력차



최상층 최대 압력차

76 – 81 Pa

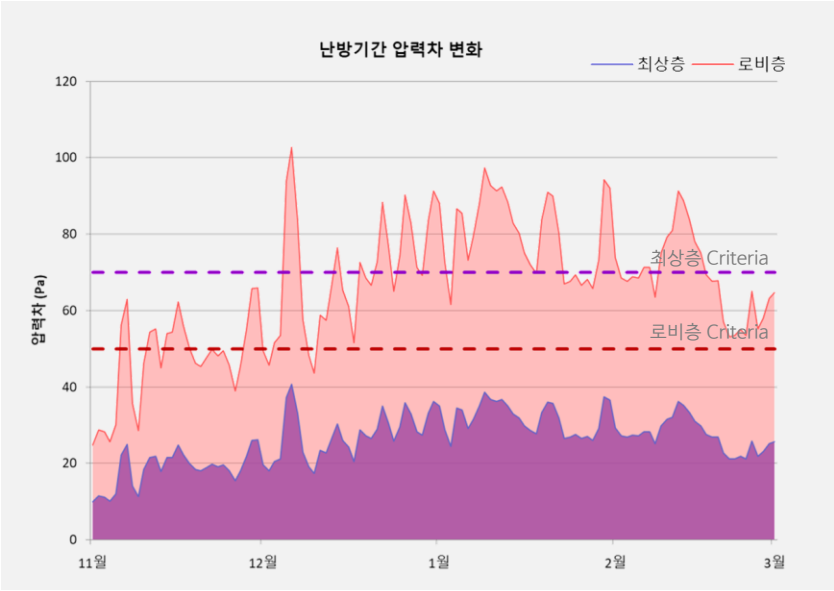
- 엘리베이터 도어 압력차 : 23 – 24 Pa

로비층 최대 압력차

73 – 78 Pa

- 엘리베이터 도어 압력차 : 58 – 62 Pa
- 외부 출입문 압력차 : 15 – 16 Pa

〉 난방기간 압력차 변화



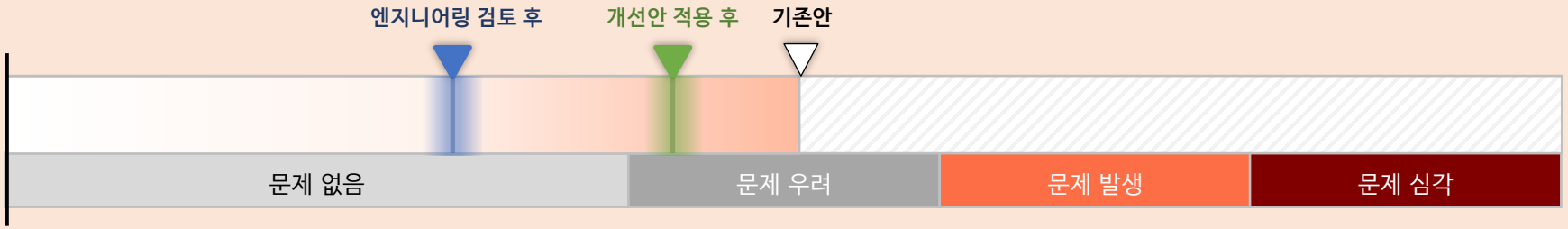
기준 압력 초과일수 – 최상층

0 일 /120일

기준 압력 초과일수 – 로비층

99 일 /120일

연돌효과 영향도 분석



$$\mathbf{SEI} = [f(I_p, \text{최대 압력차})] + [f(I_r, \text{문제 발생층 비율})] + [f(I_a, \text{건축계획 요소})]$$

개선안 리스트



Compartmentalization (구획)
이미 구분되어 있는 수직 및 수평 공간 사이의 경계를 기밀구획으로 지정하여 공기의 흐름을 차단·제어함



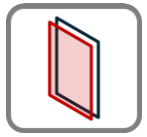
Zoning (조닝)
유사한 성격의 공간들을 그룹화하여, 구획 간 공기 흐름을 차단할 수 있는 경계를 형성함



Separation (분리)
대공간이나 연속적인 기류 경로를 더 작은 공간으로 분할하여 직접적인 공기 흐름의 연결성을 제한함

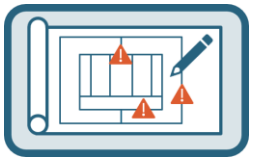


Sheltering (셸터링)
공간을 단계적으로 보호하기 위해 기류 경로를 유연하게 완충하고 차단함

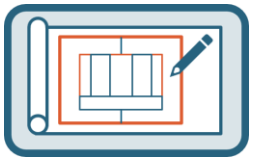


Screening (스크리닝)
직접적인 공기 흐름을 통제하기 위해 기능적 개구부(출입문 등)에 적용하는 이중 차단

엔지니어링 리스트

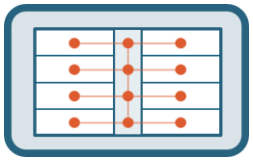


도면 검토: 개선안 반영 검토 & 수정도면 작성



도면 검토: 기밀화 구획 설계 & 구획도 작성

Simplified 시뮬레이션: Stack 모델



Detailed 시뮬레이션: Airflow Network Program



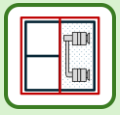
기밀시공 관리체계 수립: Airtight Construction Assurance Program



기밀시공 진단 및 측정 (ISO 9972, ISO 6781)



▶ 연돌현상 대비 기본 개선안
외부 출입문 방풍구조화: 방풍실 설치
엘리베이터 샤프트 개구부/기계실 기밀화
지하 주차장, 로비층, 옥상층 등



▶ 연돌현상 대비 기본 개선안
- 기능적/설비 구역의 기밀화
- 방화·연기제어존 구획의 기밀화

기계실, 서비스 코어, 설비 샤프트 등



▶ 연돌현상 대비 기본 개선안
- 열 환경 조닝 (고온·저온 공간 분리)
- 공조(HVAC) 조닝 (사용패턴별 공조 구역화)

건축계획 및 설비설계 조닝 검토



▶ 연돌현상 대비 기본 개선안
- 거주자 구역 vs 오염원 구역 분리
- 배기설비 역류방지 설계 및 조닝/각층 배기

식당·조리실, 쓰레기실, 특수 실험실 등



▶ 외부 출입구 Air-Lock 구조화
- 통행량별 외기차단 Closing 시스템 구현
- Door-way·출입문종류·기밀등급 지정

지하층, 로비층, 옥상층 등



▶ 기밀화 구획 기반 압력분배 전략
- 1차-2차-3차 기밀화 구획 지정(3중 구획)
- 기밀화 구획도 작성, 구획문 기밀등급 지정

로비층, 연돌현상 발생 기준층 등



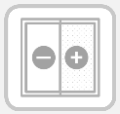
▶ 수직 샤프트 영역 구획 :
- 서비스 코어부 구획 지정
- 건식벽체 기밀화 및 층간 구획과 연계

엘리베이터 홀, 계단실 등



▶ 환기 시스템 조닝 및 차압 제어
- 환기 및 배기 시스템 밸런싱 제어
- 층별 구동력 검토 및 독립운전 구현

층별 환기 및 배기 존, 차압 존 등



▶ HVAC 가감압 압력 조닝
- 공조설비 양압·중성·음압 구역 구분
- 존별 차압 제어를 통한 운전

로비층, 공용부, 고층부 외기 연결층 등



▶ 이질적 공간의 수직적 분리 :
- 지하 vs 지상, 저층 vs 고층 분리
- 엘리베이터 뱅크 높이별 분리, 수직구획 연계

환승층, 기계실층, 스카이로비층 등



▶ 이질적 공간의 수평적 분리 :
- 공용부 vs 타워부, 포디엄 vs 타워부 분리
- 동선에 따른 공간 분리, 수평구획 연계

저층 근린생활·판매시설, 포디엄부 등



▶ 외피·창호의 기밀성능 향상 및 관리체계 구축
- 시뮬레이션 기반 기밀성능 지정, 측정 실행
- 단위세대 창호·서비스실 출입구 기밀성능 지정

초고층 건물, 베란다 유닛, 외부 테라스 등



- 단위세대 및 특수 용도실 전실 확보 (완충 공간)
- 옥상정원 및 서비스 공간 등 외부 연결부 검토



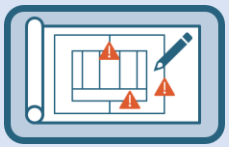
-

당 프로젝트에서의 연돌현상 저감을 위해서는

- 연돌현상 대비 기본 개선안 적용
- 지하층 및 로비층 외기 연결 출입구 Air-Lock 설계가 필요함
- 코어부에서의 기밀화 구획벽 지정이 필요함
- 셔틀 엘리베이터의 로비층 공기 유출 수준 검토가 필요함
- 로비층 개방공간 연결부(폴딩도어 및 셔틀 엘리베이터 부위) 공간 구획 검토

연돌현상 해결방안: B 엔지니어링 검토사항

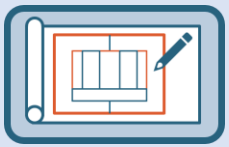
Ⅰ 설계 검토



도면 검토: 개선안 반영 검토 & 수정도면 작성
- 개선안 적용 항목 건축·기계·전기 도면 수정 반영
- 개선안 적용 여부에 대한 관계자 협의/결정

층별 수정도면 작성

필요

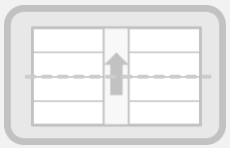


도면 검토: 기밀화 구획 설계 & 구획도 작성
- 1·2·3차 구획 전략 수립 및 구획 설정
- 구획 경계 및 주요 출입구 기밀성능(등급/수치) 지정

기밀화 구획도 작성

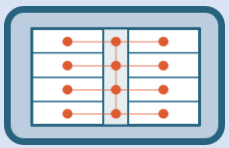
필요

Ⅱ 영향 평가



Simplified 시뮬레이션: Stack 모델
- 수직 샤프트에 따른 압력분포 평가
- 연돌효과에 대한 영향도(기존안 및 개선안) 평가
- 연간 침기부하 산정

–



Detailed 시뮬레이션: Airflow Network Program
- 전체 건물 통합모델 기반 연돌효과 정밀평가
- [기존안 vs 개선안] 연돌현상 저감수준 상세 비교
- 시나리오별 연돌현상 저감 [최종안] 마련

필요

Ⅲ 기밀 관리



기밀시공 관리체계 수립: Airtight Construction Assurance Program
- 층 단위 기밀시공 체크리스트 작성
- 주요부위 기밀시공 상세도 마련
- 기밀관리 전문가, 시공·감리자 교육 모듈 실시

권장



기밀시공 진단 및 측정 (ISO 9972, ISO 6781)
- 기밀성능 측정 (1-2-3차 구획 및 주요 출입문 샘플링 테스트)
- (공동주택, 숙박시설 건물) 단위세대 기밀성능 측정 및 진단
- 누기부위 보완 목록 및 기준 설정

권장

연돌효과로 인한 압력분포 예측

연돌효과 문제점 및 문제 부위 파악

연돌효과에 대비한 개선방향 설정

연돌효과에 대비한 설계 개선

detailed airflow simulation

기밀화 구획선(airtightness line) 설정

연돌효과에 대비한 시공 체크리스트

각 부위별 기밀화 방안 검토 및 기밀 진단

현황답사 및 보완사항

Full Scale 압력분포 실측 및 개선안

Notes & Specifications

프로젝트에서의 연돌현상 저감을 위한 엔지니어링 검토사항			참조
필요	Ⅰ 연돌현상 설계검토	지하층(선큰 공간), 로비층을 중심으로 건축도면 검토를 통한 개선안 적용	E1, E2
필요	Ⅱ 연돌현상 영향평가	기존안 VS 개선안 비교 검증을 위한 시뮬레이션	E4, Stack Effect Simulation
권장	Ⅲ 연돌현상 기밀관리	주요 출입구, 외피 접합부 및 수직 샤프트 주변에 대한 기밀시공 관리 적용	E5, E6