

공조 덕트 규격 산정 시스템 사용자 매뉴얼

풍량 · 마찰손실 기준 → 덕트 규격 → 풍속 · 판두께 · 장단비 → 정압 → A4 산정서

매뉴얼 Ver-5.1.1

▶ 공조 덕트 규격 산정 시스템 열기

↓ PDF

2026-10-14

김만민 건축사 · (주)대성건축사사무소



이 매뉴얼에 대하여

공조 덕트 규격 산정 시스템은 공조 · 환기 덕트의 풍량과 마찰손실 기준으로 **사각 · 원형 · 편평 덕트 규격**을 정하고 **풍속 · 판두께 · 장단비**를 확인한 뒤, 계통 정압(마찰 + 국부저항)과 A4 산정서까지 만듭니다. 근거는 기계설비 기술기준 국토교통부 고시 제2021-851호(제2026-360호로 타법개정, 2026. 7. 8. 시행) **별표 9 덕트설비**이며, 별표 9에 수치가 없는 값(설계 권장 풍속 · λ 고정값 · 피팅 ζ · 보강 간격 등)은 **실무 참고값**으로 구분해 표시합니다.

항목	내용
대상 프로그램	공조 덕트 규격 산정 시스템 MANMIN Ver-5.1.1 (v5.1.2) — 탭 막대 「  매뉴얼」 버튼으로 이 문서가 열립니다
접속 주소	manminkim-eng.github.io/Air-Conditioning-Duct
매뉴얼 판	Ver-5.1.1 (화면 표기와 같은 판 번호, 초판) · 2026-10-14 · 작성 김만민 건축사(주) 대성건축사사무소)
내려받기	PDF(A4) · 공조 덕트 규격 산정 시스템 열기
예제	본문 그림은 예제 A(업무시설 AHU-1 급기 주덕트 12,000 m ³ /h)로 캡처했습니다 — 800×600 mm · 6.94 m/s · 0.844 Pa/m · 판두께 0.8 mm . 원형 분기(예제 B) · 높이 제약(예제 C) · 다중 · 정압 예제는 부록 A2
근거 기준	기계설비 기술기준 국토교통부 고시 제2021-851호(제2026-360호로 타법개정, 2026. 7. 8. 시행) 별표 9 1.3 · 2.1(1)(4)(5)(6)(10) · 표 1 · 표 2 · 표 4 — LawMCP 원문 대조(2026-10-14) · 관련 KDS 31 25 30 덕트설비 · KDS 31 25 20 환기설비 · KCS 31 25 20
읽는 순서	처음이면 1장 → 2장(따라하기) → 필요할 때 3장(화면별 상세). 설계도서에 반영하기 전에는 4장(기술기준) · 5장(작업 방법)

표기 그림 위 주황색 번호(①②...)는 그림 아래 범례 번호와 같습니다. 그림을 누르면 크게 볼 수 있습니다.
풍량은 $\text{m}^3/\text{h}(\text{CMH})$, 풍속은 m/s , 마찰손실은 Pa/m , 판두께는 mm 입니다.

책임 한계 별표 9는 덕트의 압력 구분별 풍속 상한, 판두께, 장단비, 설계 방법(등속법 · 등마찰손실법 · 정압재취득법) 등을 정할 뿐, 실별 권장 풍속이나 마찰계수 · 피팅 ζ는 정하지 않습니다. 이 앱의 해당 값은 실무 참고값이며, 최종 사양은 소음 · 정압 검토와 설계자 판단으로 정합니다.

01 한눈에 보기

설치 없이 브라우저에서 바로 실행되는 단일 페이지 앱(PWA)입니다. 입력한 내용은 브라우저 안에서만 계산되며 서버로 전송되지 않습니다.

무엇을 산정하나

채택 규격(W×H·Φ)·실제
풍속·마찰손실률·수력직경·
판두께·법정 풍속 상한 판정

작업 4종

단일 덕트 산정 / 다중 덕트 일괄
산정 / 계통 정압 계산 / 설계
기준표·A4 산정서

근거

기계설비 기술기준 별표 9
덕트설비·Darcy-Weisbach
등마찰손실법

1-1. 화면 구성

The screenshot displays the '공조 덕트 규격 산정 시스템' (HVAC Duct Sizing System) interface. It features a top navigation bar with tabs for '단일 덕트 산정' (Single Duct Sizing), '다중 덕트 산정' (Multiple Duct Sizing), '정압 계산' (Pressure Calculation), '설계 기준표' (Design Standards), and 'A4 미리보기' (A4 Preview). The main area is divided into several steps: STEP 1 (Project Information), STEP 2 (Duct Conditions), STEP 3 (Airflow Input), and STEP 4 (Sizing Results). Each step contains specific input fields and calculation results. For example, STEP 2 includes options for duct shape (Rectangular, Circular, Flat) and material. STEP 3 shows airflow input in CMH, CMS, or CFM. STEP 4 displays the final sizing results, including duct dimensions (800x600 mm), actual velocity (6.94 m/s), and friction loss (12,000 m³/h).

S01 전체 화면 — 단일 덕트 산정 탭(예제 A)

- 1 작업 탭: 단일·다중·정압·설계 기준표·A4·매뉴얼
- 2 요약 스트립: 형상·풍량·채택 규격·풍속· $\Delta P/L$ ·판두께
- 3 진행 단계(공사 정보 → 덕트 조건 → 풍량 → 규격 산정)
- 4 STEP 1 공사 정보(A4 표제)
- 5 STEP 2 덕트 조건
- 6 STEP 3 풍량 입력
- 7 STEP 4 산정 결과
- 8 오른쪽 아래 「초기화」·「설계기준」안내

영역	내용
왼쪽 — STEP 2	덕트 형상 → 설치 장소 → 마찰손실 기준 → 재질 → λ 산정 방식 → 플렉시블 압축률 → 장단비 제한 → 압력 구분(저압/고압)
가운데 — STEP 3	풍량 단위(CMH · CMS · CFM) → 풍량 → 빠른 선택 → 치수 제한(W 또는 H 고정 · 원형 Φ 고정)
오른쪽 — STEP 4	채택 규격 · 실제 풍속 → 풍속 게이지 → 산정 상세(λ · Re · 판두께 · 법정 상한) → 인접 규격 비교 → 경고

1-2. 작업 탭·근거 표시



S02 헤더 — 작업 탭과 근거 표시

- | | |
|--|---------------------------------|
| 1 단일 덕트 산정 | 2 다중 덕트 산정 — 여러 구간 일괄 |
| 3 정압 계산 — 마찰 + 국부저항 → 팬 정압 | 4 설계 기준표 — 풍속 · 마찰손실 · 규격 · 판두께 |
| 5 A4 미리보기 — 산정서 · 인쇄 · JPG | 6 매뉴얼(이 문서) |
| 7 근거: 기계설비 기술기준 고시 제2021-851호 · 제2026-360호 타법개정 · 2026. 7. 8. 시행 | |

1-3. 설치·보관·매뉴얼

항목	내용
설치	주소창의 설치 아이콘 또는 휴대전화 「홈 화면에 추가」로 앱처럼 쓸 수 있습니다. 한 번 연 뒤에는 인터넷 없이도 계산됩니다
결과 보관	단일 · 다중 · 정압 결과는 A4 산정서에 함께 나옵니다. 문서로 남기려면 A4 산정서(PDF · JPG)를 쓰십시오
매뉴얼	탭 막대 오른쪽 끝 「  매뉴얼」 — 인터넷 연결 시 새 창으로 열립니다. 좁은 화면에서는 탭 막대를 좌우로 밀면 보입니다
업데이트	새 버전이 올라오면 다음 접속 때 자동으로 바뀝니다. 화면이 예전 그대로면 새로 고침(Ctrl+F5)

예제 A로 6단계를 따라 하면 $800 \times 600 \text{ mm} \cdot 6.94 \text{ m/s} \cdot 0.844 \text{ Pa/m} \cdot$ 판두께 0.8 mm 가 나옵니다.

1

① 공사 정보

STEP 1에 공사명 · 산정일자 · 작성자를 넣습니다. A4 산정서 표제에 들어갑니다.

2

② 덕트 조건

STEP 2에서 「사각덕트」, 설치 장소 「급기 주덕트」, 마찰손실 1.0 Pa/m , 아연도금강판, 고정 λ , 장단비 「4:1 이내」, 압력 구분 「저압」을 고릅니다(3-1).

3

③ 풍량

STEP 3에 $12000(\text{m}^3/\text{h})$ 을 넣습니다. 입력하는 대로 자동 산정됩니다(3-2).

4

④ 결과 확인

채택 규격 800×600 · 실제 풍속 6.94 m/s (권장 $5 \sim 8 \text{ m/s}$ · 법정 상한 15 m/s 이하) · 판두께 0.8 mm (별표 9 표 2)(3-3).

5

⑤ 정압

「 정압 계산」 탭에서 직관 구간과 피팅을 넣고 장비 기외정압(ESP)과 비교합니다(3-7).

6

⑥ A4 산정서

「 A4 미리보기」에서 「 인쇄 / PDF 저장」 또는 「 JPG 저장」(3-10).

항목	예제 A
채택 규격	$800 \times 600 \text{ mm}$ (장단비 1.33 : 1)
단면적 · 수력직경	$4,800 \text{ cm}^2 \cdot \text{Dh } 685.7 \text{ mm}$
실제 풍속	6.944 m/s
마찰손실 $\Delta P/L$	0.844 Pa/m (기준 1.0 이하)
마찰계수 $\lambda \cdot \text{Re}$	0.02 (고정) · 317,460
판두께	0.8 mm (저압 · 별표 9)
법정 풍속 상한	15 m/s 이하 — 적합

확인 따라 한 결과가 위 표와 같으면 준비가 끝난 것입니다. v5.1.1부터 규격은 「마찰손실이 기준 이하인 표준 규격 중 단면이 가장 작은 것」으로 고릅니다. 예전 판은 기준에 가장 가까운 규격을 골라 같은 예제가 900×500 (1.024 Pa/m, 기준 초과)으로 나왔습니다([4-3](#)).

03 화면별 기능 상세

3-1. STEP 2 덕트 조건

STEP 2 · 덕트 조건

CONDITIONS

덕트 형상 선택

사각덕트: W×H 치수 산정 / 원형덕트: Φ 직경 산정

1

사각덕트
RECT

원형덕트
CIRC

편평덕트
FLAT AR≥3

2

장소

급기 주덕트

3

손실 기준

1.0 Pa/m (표준)

4

재질

아연도금강판

5

계수 λ 산정 방식 V5.1

고정 λ (간이)

6

시불 압축률 (미신장 보정)

0 % (완전 신장) ×1.0

7

비 제한 (사각)

4:1 이내 (별표 9)

8

압력 구분 (별표 9 표 1)

저압 (15 m/s 이하)

9

설계 권장 풍속 (실무 권장값 · 법정 상한은 별표 9 표 1)

급기 주덕트: 5~8 m/s

항목	내용
설치 장소	급기 · 환기 · 배기 주덕트/분기 · 외기덕트 — 실무 권장 풍속 범위 (판정용)가 바뀝니다
마찰손실 기준	0.8 · 1.0 · 1.5 · 2.0 Pa/m 또는 직접 입력 — 등마찰손실법의 목표 ΔP/L
재질 · λ	고정 λ(아연 0.020 · 알루미늄 0.018 · 스테인리스 0.015 · 플렉시블 0.050) 또는 Colebrook(Swamee-Jain, 절대조도 ε · Re로 계산)
장단비 제한	「4:1 이내(별표 9)」가 기본. 6:1 · 8:1은 별표 9 2.1(1)의 보강조치를 전제로 고르는 값입니다
압력 구분	저압(±500 Pa · 15 m/s 이하) / 고압(20 m/s 이하) — 판두께 표와 법정 풍속 상한이 함께 바뀝니다(v5.1.1)

S03 STEP 2 덕트 조건 — 예제 A

- 1 ① 덕트 형상(사각 · 원형 · 편평 AR≥3)
- 2 ② 설치 장소(권장 풍속 구분)
- 3 ③ 마찰손실 기준
- 4 ④ 덕트 재질
- 5 ⑤ λ 산정 방식
- 6 ⑥ 플렉시블 압축률
- 7 ⑦ 장단비 제한
- 8 ⑧ 압력 구분(별표 9 표 1)

3-2. STEP 3 풍량 입력

STEP 3 · 풍량 입력 AIRFLOW INPUT

1 **CMH (m³/h)** **CMS (m³/s)** **CFM**

2 **2,000** **m³/h**

3 **단위 환산**

CMH (m³/h)	12,000.0 m³/h
CMS (m³/s)	3.3333 m³/s
CFM (ft³/min)	7,063.0 CFM

4 **빠른 선택 (CMH)**

0, 1,000, 2,000, 3,000, 5,000, 8,000, 10,000, 15,000, 20,000

5 **사각덕트 치수 제한 (선택)**

높이(H) 또는 폭(W)을 고정하면 반대 치수를 자동 산정합니다

폭(W) 고정 MM 높이(H) 고정 MM

미설정 mm 미설정 mm

항목	내용
단위	$1 \text{ m}^3/\text{s} = 3,600 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1 \text{ CFM} = 1.699 \text{ m}^3/\text{h}$ — 어느 단위로 넣어도 m^3/h 로 환산해 계산
치수 제한	보 · 천장 속 높이가 정해졌으면 H(또는 W)를 고정합니다. 고정 치수로 기준을 만족하는 규격이 없으면 가장 가까운 규격과 「치수 고정(검증)」 안내가 나옵니다
원형 ϕ 고정	원형덕트는 ϕ 를 고정하면 그 구경의 풍속 · $\Delta P/L$ 을 검증합니다(비표준 구경 허용)

S04 STEP 3 풍량 입력 — 예제 A

- ① 풍량 단위 CMH · CMS · CFM
- ② 풍량
- ③ 단위 환산
- ④ 빠른 선택
- ⑤ 치수 제한(선택)

3-3. STEP 4 산정 결과

STEP 4 · 산정 결과

1

사각덕트 규격
800×600
mm × mm
종횡비 1.3:1

실제 풍속
6.94
m/s
권장: 5~8 m/s

2

권장 범위
6.94 m/s
권장 5~8
최대

3

12,000 m³/h
풍량

4800.0
단면적 cm²

686
수력직경 mm

4

산정 상세

W	800 mm
높이 H	600 mm
종횡비 W/H	1.3 : 1
풍량 Q	3.3333 m³/s
실제 풍속 V	6.944 m/s
수력직경 Dh	685.7 mm
마찰손실 ΔP/L	0.844 Pa/m
마찰계수 λ (고정)	0.0200
레이놀즈수 Re	317,460
판두께 (아연도금강판 · 저압 · 별표 9)	0.8 mm
법정 풍속 상한 (별표 9 표 1)	15 m/s 이하 - 적합

5

W×H (mm)	풍속 (m/s)	ΔP/L (Pa/m)	판정
700×500	9.52	1.866	▲ 마찰 초과
700×600	7.94	1.170	▲ 마찰 초과
700×700	6.80	0.793	✓ 적정
800×500	8.33	1.354	▲ 마찰 초과
800×600	6.94	0.844	★ 채택
800×700	5.95	0.569	✓ 적정
900×500	7.41	1.024	▲ 마찰 초과
900×600	6.17	0.635	✓ 적정
900×700	5.29	0.427	✓ 적정

✓ 적정 풍속

산정된 덕트 규격이 권장 범위 내에 있습니다.

항목	내용
풍속 판정	설치 장소별 실무 권장 범위 기준 — 적정 · 초과 · 여유(저속). 법정 판정과 구분됩니다
법정 풍속 상한	별표 9 표 1 — 저압 15 m/s · 고압 20 m/s 이하. 넘으면 「 법정 풍속 상한 초과」 경고(v5.1.1)
판두께	별표 9 표 2(사각) · 표 4(스파이럴) — 압력 구분과 장변(직경)으로 결정. 알루미늄 · 플렉시블은 별표 9에 규정이 없어 「참고(별표 9 미규정)」로 표시
인접 규격	채택 규격 주변 표준 규격의 풍속 · ΔP/L — 천장 속 높이나 시공성 때문에 한 단계 바꿀 때 비교. 판정은 「 법정 초과」(표 1 상한) → 「 마찰 초과」(ΔP/L 기준 초과) → 「 적정 · 풍속 초과 · 저속」(권장 풍속) 순서(v5.1.2)

S05 STEP 4 산정 결과 — 예제 A

- 1 채택 규격 · 실제 풍속
- 2 풍속 게이지(권장 범위)
- 3 풍량 · 단면적 · 수력직경
- 4 산정 상세 — λ · Re · 판두께 · 법정 상한
- 5 인접 규격 비교(★ 채택)

3-4. 원형덕트 결과



원형은 $D^5 = 8\lambda\rho Q^2 \div (\pi^2\Delta P/L)$ 로 소요 구경(약 Φ320)을 구한 뒤 그 이상인 표준 구경 중 가장 작은 것을 채택합니다. 예제 B는 Φ350 · 4.33 m/s · 0.643 Pa/m · 판두께 0.5 mm(표 4 저압 450 이하)입니다. 예전 판은 가장 가까운 Φ300을 골라 1.39 Pa/m로 기준을 넘었습니다.

S06 산정 결과 — 예제 B(원형 · 급기 분기 1,500 m³/h)

- 1 Φ350 · 4.33 m/s
- 2 산정 상세

3-5. 높이 제약·장단비

STEP 4 · 산정 결과

1

사각덕트 규격

1800×300

mm × mm

종횡비 6.0:1

실제 풍속

6.17

m/s

관장: 5~8 m/s

✓ 권장 범위

0 ~ 6.17 m/s

관장 5~8 최대

12,000 m³/h

풍량

5400.0

단면적 cm²

514

수력직경 mm

2

산정 상세

N	1800 mm
높이 H	300 mm
종횡비 W/H	6.0 : 1
풍량 Q	3.3333 m³/s
실제 풍속 V	6.173 m/s
수력직경 Dh	514.3 mm
마찰손실 ΔP/L	0.889 Pa/m
마찰계수 λ (고정)	0.0200
레이놀즈수 Re	211,640
판두께 (아연도금강판·저압·별표 9)	1.0 mm
법정 풍속 상한 (별표 9 표 1)	15 m/s 이하 - 적합

3

W×H (mm)	풍속 (m/s)	ΔP/L (Pa/m)	판정
1500×250	8.89	2.212	▲ 마찰 초과
1500×300	7.41	1.317	▲ 마찰 초과
1500×350	6.35	0.852	✓ 적정
1800×250	7.41	1.500	▲ 마찰 초과
1800×300	6.17	0.889	★ 채택
1800×350	5.29	0.573	✓ 적정
2000×250	6.67	1.200	▲ 마찰 초과
2000×300	5.56	0.710	✓ 적정
2000×350	4.76	0.457	● 저속

✓ 적정 풍속

산정된 덕트 규격이 권장 범위 내에 있습니다.

4

장단비 4:1 초과 — 보강조치

장단비 6.00 : 1 — 별표 9 2.1(1)에 따라 4:1을 초과하는 경우 보강조치를 해야 합니다.

천장 속 높이가 300 mm로 묶인 경우입니다. 4:1 이내로는 1200×300(1.74 Pa/m)밖에 안 되어 기준을 넘으므로, 장단비 제한을 「8:1(보강조치 전제)」로 풀면 1800×300(장단비 6 : 1 · 0.889 Pa/m)이 채택됩니다. 결과와 A4에 「장단비 4:1 초과 — 보강조치」가 표시되며, 장변 1800 mm의 판두께는 표 2 저압 1,500 초과 ~ 2,250 이하 → 1.0 mm입니다(예전 판 1.2 mm).

S07 산정 결과 — 예제 C(H 300 고정 · 8:1 보강 전제)

- 1 1800×300 · 6.17 m/s
- 2 판두께 1.0 mm · 법정 상한 적합
- 3 인접 규격
- 4 장단비 4:1 초과 — 보강조치

3-6. 다중 덕트 산정

다중 덕트 일괄 산정

여러 구간의 덕트를 한 번에 산정합니다. 각 구간별 덕트 조건과 풍량을 입력하세요.

1

구간 1

구간명

AHU-1 급기 주덕트

덕트 형상

사각

설치 장소

급기 주덕트

풍량 (M³/H)

12000

m³/h

마찰손실 (Pa/M)

1

Pa/m

2

구간 2

구간명

3층 급기 분기

덕트 형상

사각

설치 장소

급기 분기덕트

풍량 (M³/H)

3000

m³/h

마찰손실 (Pa/M)

1

Pa/m

3

구간 3

구간명

회의실 급기 분기

덕트 형상

원형

설치 장소

급기 분기덕트

풍량 (M³/H)

1200

m³/h

마찰손실 (Pa/M)

1

Pa/m

4

일괄 산정 결과

MULTI RESULT

구간명	풍량 m³/h	규격 (mm)	풍속 m/s	ΔP/L Pa/m	판두께 mm	판정
AHU-1 급기 주덕트	12,000	800×600	6.94	0.844	0.8	✓ 적정
3층 급기 분기	3,000	500×300	5.56	0.988	0.6	✓ 적정
회의실 급기 분기	1,200	Φ300	4.72	0.890	0.5	✓ 적정

+ 덕트 구간 추가

전체 구간 일괄 산정

S08 다중 덕트 산정 — 3구간

1

구간 입력(이름 · 형상 · 설치 장소 · 풍량 · ΔP/L)

2

구간 추가

3

전체 구간 일괄 산정

4

일괄 산정 결과

구간	규격	풍속 m/s	ΔP/L Pa/m	판두께 mm	판정
AHU-1 급기 주덕트	800×600	6.94	0.844	0.8	적정
3층 급기 분기	500×300	5.56	0.988	0.6	적정
회의실 급기 분기	Φ300	4.72	0.89	0.5	적정

재질 · λ 방식 · 압력 구분은 STEP 2 설정을 따르며, 사각 구간은 장단비 4:1 이내에서 단일 산정과 같은 규칙($Fr \leq$ 기준 중 최소 단면)으로 고릅니다(v5.1.1 — 예전 판은 고정 λ로만 계산). 결과표와 A4에는 판두께 열이 있고, 법정 풍속 상한을 넘는 구간은 「 법정 초과」로 표시합니다(v5.1.2).

공조 덕트 규격 산정 시스템 사용자 매뉴얼 Ver-5.1.1

13 / 27

3-7. 정압 계산

계통 정압 계산 — 마찰손실 + 국부저항 → 팬 소요 정압 · 장비 기외정압 판정

구간(직관)과 피팅(엘보·굴곡·후드형 등)을 입력하면 Darcy-Weisbach 마찰손실과 ζ 국부저항을 합산합니다. 장비 기외정압(ESP)을 입력하면 여유율과 추정 풍량(ΔP<Q)을 판정합니다. 플렉시블 압축 보정은 STEP 2 설정을 따릅니다.

1

계통 조건

SYSTEM

계통명

AHU-1 급기 계통

풍량 (M³/h)

12000

m³/h

장비 기외정압 ESP (선택)

400

Pa

2

직관 구간 (마찰손실)

SEGMENTS

구간 1

구간명

주덕트 800×600

형상

사각 W×H

재질

아연도금강판

폭 W (MM)

800

mm

높이 H (MM)

600

mm

길이 L (M)

40

m

플렉시블 압축 CF

STEP 2 연동

구간 2

구간명

외기 도입 1000×60

형상

사각 W×H

재질

아연도금강판

폭 W (MM)

1000

mm

높이 H (MM)

600

mm

길이 L (M)

6

m

플렉시블 압축 CF

STEP 2 연동

+ 직관 구간 추가

3

피팅 · 국부저항

FITTINGS

피팅 1

종류 (Z 참고값)

사각 마이터 엘보 90°

수량

4

기준 구간 (풍속)

주덕트 800×600

피팅 2

종류 (Z 참고값)

분기 T — 직통측 ζ

수량

3

기준 구간 (풍속)

주덕트 800×600

4

정압 계산 결과

팬 소요 정압 (총)

173

Pa

마찰 36.7 + 국부 135.9

ESP 여유율

2.32

ESP / 총정압

ESP 400 Pa · 추정 풍량 12000 m³/h (100%)

직관 구간	규격	재질	L (m)	V (m/s)	λ	ΔP/L (Pa/m)	손실 (Pa)
주덕트 800×600	800×600	아연도금강판	40.0	6.94	0.0200	0.84	33.8
외기 도입 1000×600	1000×600	아연도금강판	6.0	5.56	0.0200	0.49	3.0
마찰손실 소계							36.7

피팅 · 국부저항	기준 구간	ζ	동압 Pv (Pa)	수량	손실 (Pa)
사각 마이터 엘보 90° (터닝배인)	주덕트 800×600	0.35	28.9	4	40.5
분기 T — 직통측	주덕트 800×600	0.20	28.9	3	17.4
볼플랜지 (전개)	주덕트 800×600	0.20	28.9	1	5.8
방화댐퍼 (전개)	주덕트 800×600	0.25	28.9	2	14.5
외벽 후드캡 · 루버 (방충망 포함)	외기 도입 1000×600	1.50	18.5	1	27.8
직접임력 — 휘출구 (제조사 값)	—	직접	—	1	30.0
국부저항 소계					135.9

직정

장비 기외정압 400 Pa ≥ 소요 정압 172.6 Pa (여유 227.4 Pa)

※ ζ는 ASHRAE Fundamentals Ch.21 - Duct Fitting Database · ADC 대표값(참고). 플렉시블 압축 보정 CF는 STEP 2 설정값(현재 ×1.0).

S09 정압 계산 — AHU-1 급기 계통(12,000 m³/h · ESP 400 Pa)

1

계통 조건 · 장비 기외정압 ESP

2

직관 구간(규격 · 재질 · 길이)

3

피팅 · 국부저항(ζ · 수량 · 기준 구간)

4

정압 계산 결과 · ESP 판정

공조 덕트 규격 산정 시스템 사용자 매뉴얼 Ver-5.1.1

14 / 27

항목	내용
마찰손실	구간별 $\Delta P = \Delta P/L \times L$ — 예제 소계 36.7 Pa
국부저항	$\Delta P = \zeta \times \rho V^2/2 \times \text{수량}$ — 예제 소계 135.9 Pa (취출구 등은 직접입력 Pa)
팬 소요 정압	172.6 Pa → ESP 400 Pa ≥ 소요 정압 · 적정(여유율 2.32)
ζ 출처	ASHRAE Fundamentals Ch.21 · Duct Fitting Database · ADC 대표값(참고) — 제조사 시험값이 있으면 직접입력

3-8. 설계 기준표

1 설계 기준표

2 풍속 기준표

3 풍속 기준표 (별표 9 미규정)

본 표는 풍속 기준표 (별표 9 미규정)를 참조한다.

단위: m/s

구분	지역 (m/s)	지역 (m/s)	지역 (m/s)	비고
급기 풍속	4~5	5~6	10	배기 풍속 기준
급기 풍속	2~4	3~5	8	급기 풍속
환기 풍속	3~5	4~6	8	환기 풍속
환기 풍속	2~3	3~5	6	급기 풍속
배기 풍속	3~5	5~7	10	배기 풍속
배기 풍속	2~3	3~5	7	급기 풍속
급기 풍속	2~4	3~5	6	급기 풍속
환기 풍속	1~2	2~4	5	환기 풍속

급기 풍속: 5~6 m/s 이하
급기 풍속: 3~5 m/s 이하
급기 풍속: 4~6 m/s 이하
급기 풍속: 3~5 m/s 이하
급기 풍속: 5~7 m/s 이하
급기 풍속: 3~5 m/s 이하

S10 설계 기준표 — 풍속

- 1 기준표 5종
- 2 법정 상한 · 루버 면풍속(별표 9)
- 3 설계 권장 풍속(실무 권장값)

1 설계 기준표

2 풍속 기준표

3 풍속 기준표 (별표 9 미규정)

본 표는 풍속 기준표 (별표 9 미규정)를 참조한다.

단위: m/s

구분	지역 (m/s)	지역 (m/s)
급기 풍속	450 이하	0.5
급기 풍속	450 초과 ~ 750 이하	0.6
급기 풍속	750 초과 ~ 1,500 이하	0.8
급기 풍속	1,500 초과 ~ 2,250 이하	1.0
급기 풍속	2,250 초과	1.2
급기 풍속	450 이하	0.6
급기 풍속	450 초과 ~ 1,200 이하	1.0
급기 풍속	1,200 초과	1.2

급기 풍속: 450 이하 이하 · 750 이하 이하 · 1,500 이하 이하 · 1,500 초과 1.0 mm
급기 풍속: 450 이하 이하 · 750 이하 이하 · 800 이하 이하 · 1,000 이하 1.0 · 1,000 초과 1.2 mm
급기 풍속: 450 이하 이하 · 750 이하 이하 · 800 이하 이하 · 1,000 이하 1.0 · 1,000 초과 1.2 mm
급기 풍속: 450 이하 이하 · 750 이하 이하 · 800 이하 이하 · 1,000 이하 1.0 · 1,000 초과 1.2 mm

S11 설계 기준표 — 재질 · 판두께

- 1 사각 판두께(별표 9 표 2)
- 2 스파이럴(별표 9 표 4)
- 3 보강 기준(참고 · 실무)

권장 풍속표는 별표 9에 없는 실무 권장값이므로 제목에 「별표 9 미규정」을 붙였고, 법정 상한(표 1)과 루버 면풍속 (2.1(10) 외기 도입 2 m/s 이하 · 배기 2.5 m/s 이하)을 따로 적었습니다(v5.1.1).

3-9. 설계기준 안내 창



S12 오른쪽 아래 「설계기준」 — 계산식 탭

이용방법 · 계산식 · 풍속기준 · 마찰손실 · 규격·두께 5개 탭으로 앱 안에서 기준을 다시 볼 수 있습니다. 「이용방법」 탭에 적용 기술기준(별표 9 · KDS 31 25 30 등)이 정리되어 있습니다.

3-10. A4 미리보기·출력

HVAC DUCT SIZING · 기계설비 기술기준 별표 9

기계설비 기술기준
국토교통부 고시 제2021-851호
제2026-360호 타법개정
[시행 2026. 7. 8.]

공조 덕트 규격 산정 시스템

Darcy-Weisbach 동마찰손실법 · 사각 · 원형 · 편평 덕트 규격 · 풍속 · 판두께 자동 산정 MINMIN · Ver-5.1.1

단일 덕트 산정

다중 덕트 산정

정압 계산

설계 기준표

A4 미리보기

≡

형상: 사각

풍량: 12,000 m³/h

채택 규격: 800×600 mm

풍속: 6.94 m/s

ΔP/L: 0.844 Pa/m

판두께: 0.8 mm

A4 출력

인쇄 / PDF 저장

JPG 저장

※ 인쇄 대화상자에서 "PDF로 저장" 선택 시 PDF 저장 가능

3

공조 덕트 규격 산정서

공사명 : 민민 건축사 사무 신축공사

근거 : 기계설비 기술기준 (국토교통부 고시 제2021-851호 · 제2026-360호 타법개정) 별표 9
작성일 : 2026-10-14
작성자 : 김민민

1. 덕트 규격 산정 결과

덕트 형상	사각	설치 장소	급기 주덕트
설계 풍량	12,000 m³/h (3.3333 m³/s)	마찰손실 기준	1 Pa/m
산정 규격	800 × 600 mm	풍속 판정	6.94 m/s (적정)
수력직경 Dh	685.7 mm	실제 ΔP/L	0.844 Pa/m
단면적	4800.00 cm²	판두께	0.8 mm (저압 · 별표 9)
압력 구분	저압덕트 (별표 9 표 1)	법정 풍속 상한	15 m/s 이하 — 적합
마찰계수 λ	0.0200 (고정값)	레이놀즈수 Re	317,460

2. 인접 규격 비교 (풍속 · 마찰손실률)

W×H (mm)	풍속 (m/s)	ΔP/L (Pa/m)	판정
700×500	9.52	1.866	▲ 마찰 초과
700×600	7.94	1.170	▲ 마찰 초과
700×700	6.80	0.793	✓ 적정
800×500	8.33	1.354	▲ 마찰 초과
800×600	6.94	0.844	★ 채택
800×700	5.95	0.569	✓ 적정
900×500	7.41	1.024	▲ 마찰 초과
900×600	6.17	0.635	✓ 적정

S13 A4 미리보기 탭

- 1 인쇄 / PDF 저장
- 2 JPG 저장
- 3 A4 산정서

공조 덕트 규격 산정서

근거 : 기계설비 기술기준 (국토교통부 고시 제2021-851호 · 제2026-360호 타법개정) 별표 9

작성일 : 2026-10-14

작성자 : 김만민

공사명 : 만민 건축사 사옥 신축공사

1. 덕트 규격 산정 결과

1	형상	사각	설치 장소	급기 주덕트
	설계 풍량	12,000 m³/h (3.3333 m³/s)	마찰손실 기준	1 Pa/m
	산정 규격	800 × 600 mm	풍속 판정	6.94 m/s (적정)
	수력직경 Dh	685.7 mm	실제 ΔP/L	0.844 Pa/m
	단면적	4800.00 cm²	판두께	0.8 mm (저압 · 별표 9)
	압력 구분	저압덕트 (별표 9 표 1)	법정 풍속 상한	15 m/s 이하 — 적합
	마찰계수 λ	0.0200 (고정값)	레이놀즈수 Re	317,460

2. 인접 규격 비교 (풍속 · 마찰손실률)

W×H (mm)	풍속 (m/s)	ΔP/L (Pa/m)	판정
700×500	9.52	1.866	▲ 마찰 초과
700×600	7.94	1.170	▲ 마찰 초과
700×700	6.80	0.793	✓ 적정
800×500	8.33	1.354	▲ 마찰 초과
800×600	6.94	0.844	★ 채택
800×700	5.95	0.569	✓ 적정
900×500	7.41	1.024	▲ 마찰 초과
900×600	6.17	0.635	✓ 적정
900×700	5.29	0.427	✓ 적정

3. 적용 기준

근거 기준	기계설비 기술기준 (국토교통부 고시 제2021-851호 · 제2026-360호 타법개정, 2026. 7. 8. 시행) 별표 9
설계 방법	등마찰손실법 (Constant Friction Method) · 마찰손실 Darcy-Weisbach $\Delta P = \lambda(L/Dh)(\rho V^2/2)$ · 국부저항 $\Delta P = \zeta(\rho V^2/2)$
공기 밀도	1.2 kg/m³ (20°C, 1atm 기준)
마찰계수	아연도금강판 $\lambda=0.02$ / 알루미늄 $\lambda=0.018$ / 스테인리스 $\lambda=0.015$ / 플렉시블 $\lambda=0.05$ (고정값)
판두께 · 풍속 상한	별표 9 표 2(사각) · 표 4(스파이럴) — 아연도금강판 기준 · 표 1 저압 15 m/s · 고압 20 m/s 이하 · 장단비 4:1 이내(초과 시 보강조치)
설계-시공기준	KDS 31 25 30 덕트설비 · KDS 31 25 20 환기설비 · KCS 31 25 20 (별표 9 1.3)
국부저항계수	ASHRAE Duct Fitting Database · ADC 플렉시블 덕트 성능기준 대표값(참고) — 제조사 시험값 제출 시 대체

공조 덕트 규격 산정 시스템 [MANMIN-Ver5.1.1]

기계설비 기술기준 [별표 9] · Darcy-Weisbach 등마찰손실법

작성일: 2026.10.14

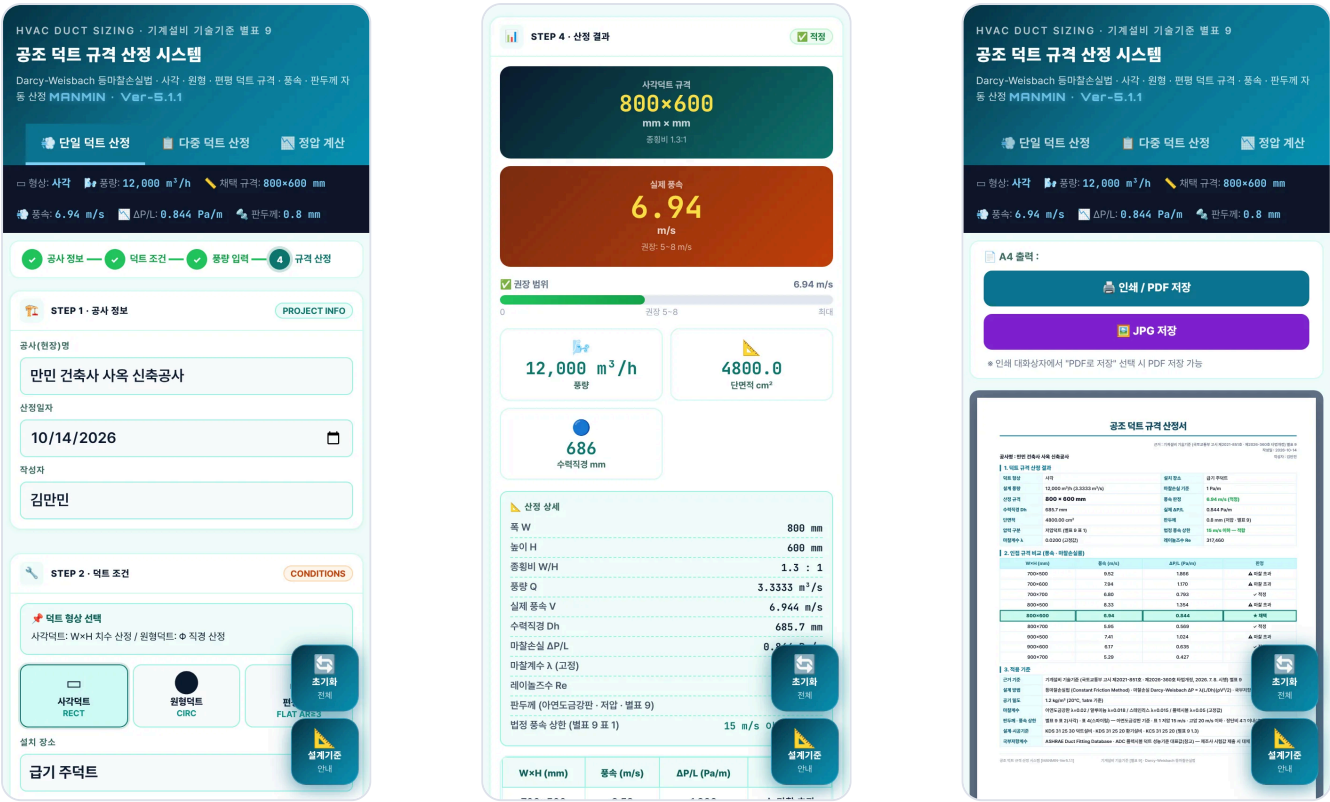
S14 A4 공조 덕트 규격 산정서 — 예제 A

1 산정 결과표(압력 구분 · 법정 풍속 상한 포함)

2 인접 규격 비교

산정서에는 산정 결과 · 인접 규격 · 적용 기준이 나오고, 다중 · 정압 결과가 있으면 뒤에 이어집니다. 장단비가 4:1을 넘으면 「보강조치 필요」 행이 추가됩니다.

3-11. 휴대전화 화면



S15 입력 S16 결과 S17 A4 미리보기

좁은 화면에서는 STEP 1 → 2 → 3 → 4가 한 줄로 쌓입니다. 탭 막대는 한 줄이며 좌우로 밀어 「매뉴얼」 까지 볼 수 있습니다.

4-1. 근거 체계

근거	내용
별표 9 1.3	관련 기준: KDS 31 25 20 환기설비 · KDS 31 25 30 덕트설비 · KCS 31 20 20 · KCS 31 25 20
별표 9 2.1(1)	사각덕트 장단비는 4:1 이내 , 초과하는 경우 보강조치
별표 9 2.1(4)	단면 변화는 축소 30° 이하 · 확대 15° 이하
별표 9 2.1(5)	곡관부 곡률반경비 1.5 이상 또는 터닝베인 설치
별표 9 2.1(6)	덕트 설계는 등속법 · 등마찰손실법 · 정압재취득법 — 이 앱은 등마찰손실법
별표 9 2.1(10)	외기 도입 루버 면풍속 2 m/s 이하 · 배기 루버 2.5 m/s 이하
별표 9 표 1	압력 구분: 저압 ±500 Pa · 풍속 15 m/s 이하 / 고압 1 · 2 · 풍속 20 m/s 이하
별표 9 표 2 · 표 4	사각(앵글플랜지) · 스파이럴 덕트 판두께 — 압력 구분 · 장변(직경)별

기계설비 기술기준 국토교통부 고시 제2021-851호(제2026-360호로 타법개정, 2026. 7. 8. 시행) · 별표 9 덕트설비 — LawMCP 원문 대조 2026-10-14

4-2. 등마찰손실법

$$\Delta P/L = \lambda \times \rho V^2 \div (2 \cdot Dh) \text{ [Pa/m]} \quad \cdot \quad V = Q \div A \quad \cdot \quad Dh = 2WH \div (W + H)$$
$$\rho \text{ 1.2 kg/m}^3 (20^\circ\text{C}) \quad \cdot \quad \lambda \text{ 고정값 또는 Swamee-Jain: } \lambda = 0.25 \div [\log_{10}(\epsilon/3.7Dh + 5.74/Re^{0.9})]^2 \quad \cdot \quad Re = V \cdot Dh \div 1.5 \times 10^{-5}$$

예제 A: $V = 3.3333 \div (0.8 \times 0.6) = 6.944 \text{ m/s}$ · $Dh = 685.7 \text{ mm} \rightarrow \Delta P/L = 0.02 \times 1.2 \times 6.944^2 \div (2 \times 0.6857) = 0.844 \text{ Pa/m}$

원형 소요 구경 $D = (8\lambda\rho Q^2 \div \pi^2\Delta P/L)^{(1/5)} \rightarrow$ 예제 B: $(8 \times 0.02 \times 1.2 \times 0.4167^2 \div \pi^2 \div 1.0)^{0.2} \approx 0.320 \text{ m} \rightarrow \Phi 350$

4-3. 규격 선정 규칙

표준 치수(100 ~ 2,500 mm) 조합 가운데 장단비 제한 · 편평($AR \geq 3$) 조건을 만족하고 $\Delta P/L \leq$ 기준인 규격 중 단면적이 가장 작은 것(같으면 장단비가 작은 것)을 채택합니다. 표준 치수로 만족하는 규격이 없으면 장단비 $\sqrt{2}$ 의 자유 치수를 50 mm 단위로 올려 산정하며, 이때도 λ 는 본 산정과 같은 방식(고정 또는 Swamee-Jain 반복)을 씁니다. 예전 판은 기준에 「가장 가까운」 규격을 골라 기준을 넘는 규격이 채택될 수 있었습니다.

4-4. 풍속 — 법정 상한과 권장값

별표 9 표 1의 풍속은 저압 15 m/s · 고압 20 m/s 이하뿐입니다. 앱의 설치 장소별 범위(급기 주덕트 5~8 m/s 등)는 소음 · 압력손실을 고려한 실무 권장값으로, 예전 판의 「기계설비 기술기준 기반」 표기를 「실무 권장값 · 별표 9 미규정」으로 고쳤습니다. 결과 화면 · A4에는 두 판정이 따로 나옵니다.

4-5. 판두께

구분	장변 · 직경(mm) → 판두께(mm)
저압 사각(표 2)	450 이하 0.5 · 750 이하 0.6 · 1,500 이하 0.8 · 2,250 이하 1.0 · 2,250 초과 1.2
고압 사각(표 2)	450 이하 0.8 · 1,200 이하 1.0 · 1,200 초과 1.2
저압 스파이럴(표 4)	450 이하 0.5 · 750 이하 0.6 · 1,000 이하 0.8 · 1,000 초과 1.0
고압 스파이럴(표 4)	200 이하 0.5 · 600 이하 0.6 · 800 이하 0.8 · 1,000 이하 1.0 · 1,000 초과 1.2

예전 판은 1,000 / 1,500 / 2,200 mm 경계에 1.0 / 1.2 / 1.5 mm를 써서 장변 1,000 mm를 넘으면 한 단계 두껍게 나왔고, 알루미늄에는 출처 없는 +0.1 mm를 더했습니다. v5.1.1에서 표 2 · 표 4 원문으로 바꾸고 알루미늄 · 플렉시블은 같은 값을 「참고(별표 9 미규정)」로 표시합니다.

4-6. 장단비 · 형상

장단비 4:1 이내가 원칙이며 넘으면 보강조치를 합니다(2.1(1)). 예전 판의 「1:8을 초과하면 안 됩니다」 · 「최대 8:1(한계)」는 근거가 없어 「6:1 · 8:1(보강조치 전제)」로 고쳤습니다. 사각덕트 표준 치수의 「KS B 6141」 표기는 해당 번호가 덕트 규격임을 확인하지 못해 「실무 표준치수」로 바꿨습니다. 엘보는 곡률반경비 1.5 이상 또는 터닝베인(2.1(5)), 확대 15° · 축소 30° 이하(2.1(4))로 계획하고 정압 계산의 ζ 선택에 반영하십시오.

4-7. 정압 계산

팬 소요 정압 = $\Sigma(\Delta P/L \times L) + \Sigma(\zeta \times \rho V^2/2 \times n) + \text{직접입력} \rightarrow 36.7 + 135.9 = 172.6$
Pa

ESP 입력 시 여유 판정과 추정 풍량($\Delta P \propto Q^2$) 표시

4-8. 계산 범위·한계

항목	내용
계산하는 것	등마찰손실법 규격 선정(사각·원형·편평), 풍속· $\Delta P/L \cdot Re$, 판두께(표 2·표 4), 법정 풍속 상한·장단비 판정, 다중 구간, 계통 정압
계산하지 않는 것	정압재취득법·등속법 설계, 소음(NC) 계산, 보강재·행거 상세(표 5), 누기량, 단열 두께
참고값	설치 장소별 권장 풍속· λ 고정값· ζ ·보강 간격(2.4 m·1.8 m·1,200 mm)은 실무 참고값

4-9. v5.1.1 근거·계산 정정 (2026-10-14)

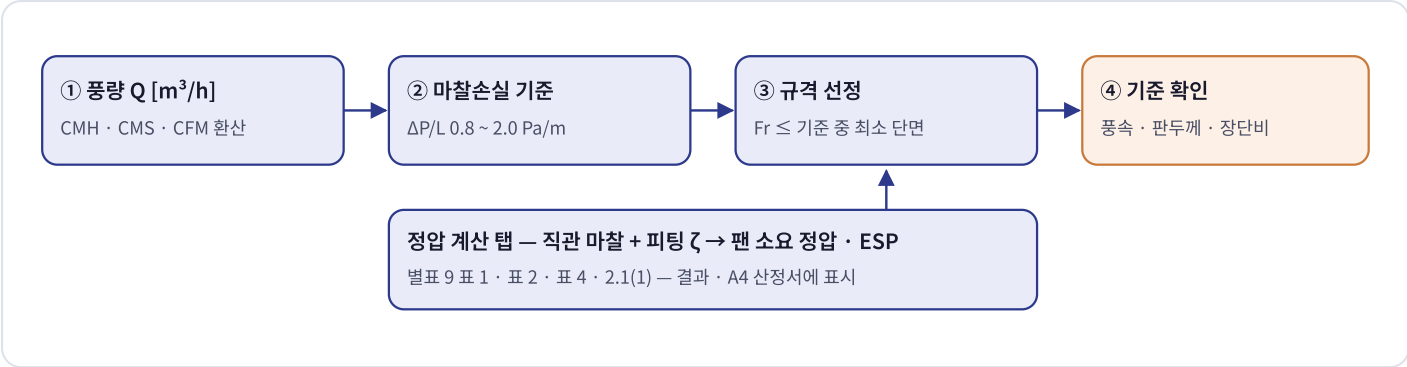
항목	기존	정정
헤더 개정 표기	제2026-360호 일부개정	제2026-360호 타법개정·A4·안내 창에도 고시번호 추가
사각 판두께	1,000 초과 1.0·1,500 초과 1.2·2,200 초과 1.5	표 2: 750~1,500 0.8·1,500~2,250 1.0·2,250 초과 1.2·고압 반영
알루미늄 판두께	+0.1 mm(코드)·가이드 표 별도 값	별표 9 미규정 → 참고 표시
스파이럴 판두께	저압만	표 4 저압·고압
권장 풍속표	「기계설비 기술기준(별표 9)」	실무 권장값·법정 상한 15/20 m/s 별도 판정
장단비	「1:8 초과 안 됨」·8:1 한계	4:1 이내·초과 시 보강조치(2.1(1))
사각 규격 출처	KS B 6141	실무 표준치수
관련 기준	없음	KDS 31 25 30·KDS 31 25 20·KCS 31 25 20(1.3)
규격 선정	기준에 가장 가까운 규격	$\Delta P/L \leq$ 기준 중 최소 단면(원형: 소요 구경 이상 최소)

항목	기준	정정
자유 치수 λ	항상 고정 λ	본 산정과 같은 λ (Swamee-Jain 반복)
다중 구간	고정 λ · 가장 가까운 규격	단일 산정과 같은 규칙
루버 면풍속	없음	2.1(10) 외기 2 m/s · 배기 2.5 m/s 안내

v5.1.2 추가 정정 — ① 「초기화」가 형상 · 설치 장소 · 마찰손실 기준 · 재질 · 장단비 · 풍량 단위를 되돌리지 않던 것을 기본값으로 되돌리게 했습니다. ② 인접 규격 표의 「판정」이 풍속만 봐서 $\Delta P/L$ 이 기준을 넘는 규격(예: 예제 B의 $\Phi 300 \cdot 1.39 \text{ Pa/m}$)도 「✓ 적정」으로 나오던 것을 법정 상한 → 마찰손실 기준 → 권장 풍속 순서로 판정합니다. ③ 다중 결과표 · A4에 판두께 열과 법정 풍속 판정을 넣었습니다. 규격 · 풍속 · 마찰손실 · 판두께 값은 바뀌지 않습니다.

예전 판으로 만든 산정서는 다시 산정하십시오. 같은 입력에서도 규격이 한 단계 커지거나(기준 초과 규격이 채택됐던 경우) 판두께가 한 단계 얇아질 수 있습니다(장변 1,000 mm 초과).

5-1. 단계별 절차



단계	내용
① 풍량 정리	실별 급기 · 환기 · 배기 · 외기량을 정리하고 계통도에서 구간별 누적 풍량을 냅니다
② 조건	압력 구분(저압 · 고압), 마찰손실 기준(통상 0.8 ~ 1.5 Pa/m), 재질, 천장 속 높이 제약을 정합니다
③ 산정	주덕트는 단일 산정, 분기 여러 구간은 다중 산정으로 규격을 정합니다
④ 정압	최원단 경로의 직관 · 피팅으로 팬 소요 정압을 구해 장비 ESP와 비교합니다
⑤ 출력	A4 산정서를 PDF로 남겨 설계도서에 붙입니다

5-2. 설계도서 반영 전 확인

항목	확인
풍속	법정 상한(저압 15 · 고압 20 m/s) 이하 · 실별 소음 기준에 맞는 권장 범위
판두께 · 보강	표 2 · 표 4 판두께, 장단비 4:1 초과 구간 보강조치, 행거(표 5)
형상	엘보 곡률반경비 1.5 이상 또는 터닝베인, 확대 15° · 축소 30° 이하
루버	외기 도입 2 m/s · 배기 2.5 m/s 이하 면풍속으로 루버 크기 결정
정압	피팅 ζ를 제조사 값으로 바꿀 것이 있으면 직접입력 — ESP 여유 확인

증상	해결
결과가 나오지 않아요	STEP 3 풍량이 비어 있거나 0이면 산정하지 않습니다
예전 산정서와 규격이 달라요	v5.1.1부터 $\Delta P/L$ 이 기준 이하인 최소 단면을 고릅니다(4-3). 예전 판은 기준을 넘는 규격이 채택될 수 있었습니다
판두께가 얇아졌어요	별표 9 표 2 원문으로 바로잡았습니다 — 장변 1,000 ~ 1,500 mm는 0.8 mm(4-5)
「  법정 풍속 상한 초과」	실제 풍속이 저압 15 m/s(고압 20 m/s)를 넘었습니다. 마찰손실 기준을 낮추거나 치수를 키우십시오
「장단비 4:1 초과 — 보강조치」	6:1 · 8:1을 골라 4:1을 넘는 규격이 채택됐습니다. 보강조치를 도면에 반영하거나 높이 제약을 다시 검토하십시오
「치수 고정(검증)」	고정한 W 또는 H로는 기준을 만족하는 표준 규격이 없습니다. 고정을 풀거나 장단비 제한을 조정하십시오
알루미늄 판두께가 「참고」 예요	별표 9 표 2 · 표 4는 아연도금강판 기준입니다. 알루미늄 판두께는 제조사 · 시방 기준으로 정하십시오
인접 규격 표에 「  마찰 초과」가 보여요	그 규격은 풍속이 권장 범위여도 $\Delta P/L$ 이 기준을 넘습니다. 채택 규칙($\Delta P/L \leq$ 기준)과 같은 기준으로 판정합니다(v5.1.2)
「초기화」 뒤 조건이 바뀌었어요	초기화는 STEP 2 · 3도 기본값(사각 · 급기 주덕트 · 1.0 Pa/m · 아연도금강판 · 4:1 · CMH)으로 되돌립니다(v5.1.2)
화면이 예전 판이에요	새로 고침(Ctrl+F5) 또는 앱을 닫았다 다시 여십시오

A1. 예제 입력값

예제	입력
예제 A	사각 · 급기 주덕트 · 1.0 Pa/m · 아연도금강판 · 고정 λ · 저압 · 4:1 이내 · 12,000 m ³ /h
예제 B	원형 · 급기 분기덕트 · 1,500 m ³ /h (그 외 A와 같음)
예제 C	사각 · H 300 mm 고정 · 8:1(보강조치 전제) · 12,000 m ³ /h
다중	AHU-1 급기 주덕트 12,000(사각) · 3층 급기 분기 3,000(사각) · 회의실 급기 분기 1,200(원형) — 1.0 Pa/m
정압	AHU-1 급기 계통 12,000 m ³ /h · ESP 400 Pa · 주덕트 800×600 × 40 m · 외기 도입 1000×600 × 6 m · 터닝베인 엘보 4 · 분기 직통 3 · VD 1 · FD 2 · 후드캡 1 · 취출구 30 Pa

A2. 예제 결과

예제	규격	풍속 m/s	ΔP/L Pa/m	판두께 mm	판정
예제 A	800×600	6.944	0.844	0.8	권장 범위 · 법정 적합
예제 B	Φ350	4.331	0.643	0.5	권장 범위 · 법정 적합
예제 C	1800×300	6.173	0.889	1.0	장단비 6:1 — 보강조치

정압: 마찰 36.7 Pa + 국부 135.9 Pa = 172.6 Pa ≤ ESP 400 Pa · 적정.

A3. 버전 변경 내역

버전	내용
Ver-5.1.1 · v5.1.2 (2026-10-14)	초기화가 STEP 2 · 3 선택값까지 기본값으로, 인접 규격 판정에 법정 상한 · 마찰손실 기준 반영, 다중 결과표 · A4에 판두께 열 · 법정 판정
Ver-5.1.1 (2026-10-14)	기계설비 기술기준 별표 9 원문 대조 — 판두께 표 2 · 표 4(저압 · 고압), 압력 구분 · 법정 풍속 상한, 장단비 4:1 보강조치, $\Delta P/L \leq$ 기준 최소 단면 선정, 자유 치수 · 다중 구간 λ 통일, 근거 표기 정정, 사용자 매뉴얼 연결(4-9)
Ver-5.1 (2026-09)	Φ 고정(검증) 모드 · Colebrook λ · 플렉시블 압축 보정 · 정압 계산 탭 · 인접 규격 비교
Ver-5.0 (2026-09)	디자인 통일(헤더 · 탭 막대 · 요약 스트립), A4 미리보기 · JPG 저장, 오프라인 캐시 개선

A4. 용어

용어	뜻
등마찰손실법	단위 길이당 마찰손실($\Delta P/L$)을 일정하게 두고 덕트 치수를 정하는 방법
수력직경 D_h	사각덕트를 같은 마찰 특성의 원형으로 바꾼 지름 = $4A \div$ 둘레
장단비	사각덕트 장변 $\div$ 단변
저압 · 고압덕트	별표 9 표 1의 압력 구분 — 저압 ± 500 Pa · 15 m/s 이하, 고압 20 m/s 이하
ζ (국부저항계수)	피팅의 손실 = $\zeta \times$ 동압($\rho V^2/2$)
ESP (기외정압)	공조기 · 팬이 덕트 계통에 낼 수 있는 정압