

Wind 24 自然風を利用した 24 時間換気システム（その 2）

24-hours Ventilation System with Outside Wind (Part 2)

佐藤 健一*	城田 修司*
Kenichi Sato	Shuji Shiota
小林 茂生**	西村 昌文***
Shigeo Kobayashi	Masafumi Nishimura
平山 順一****	泉山 琢*****
Junichi Hirayama	Taku Izumiyama

要 約

住宅の気密性が向上している一方で、換気不足によるシックハウス症候群が社会問題化したため、建物の居室に換気設備が建築基準法により義務付けられることになった。そこで、省エネルギーかつ常時安定した換気ができるシステムを開発することが急務となっている。本研究では、物件の棟配置の関係により Wind 24 の標準タイプの給気ダクトを片側だけに配置した片側ダクトタイプ、および標準タイプの部材数量を大幅に減らしてコストダウンを図ったダクトレスタイプの 2 つの換気システムを計画し、実証実験を行い換気性能を確認した。

なお、風力とファンのハイブリッド換気には、風の強弱に関わらず安定した換気を行うことが求められるが、標準タイプと同様に風量調整ダンパ（CVD）と補助ファン制御器を利用して換気量の安定化を図った。

目 次

- § 1. はじめに
- § 2. ハイブリッド換気システムに必要な性能
- § 3. Wind 24 片側ダクトタイプ実証実験
- § 4. Wind 24 ダクトレスタイプ実証実験
- § 5. おわりに

§ 1. はじめに

近年、省エネルギーや快適性向上のために住宅の気密性が向上しているが、その一方で換気不足によるシックハウス症候群などの問題が起きている。このような背景から、平成 15 年には、建築物の居室に換気設備を設けることなどが建築基準法により義務付けられることになった。しかしながら、ファンを利用した機械式 24 時間換気システムでは、わずかではあるが換気のために常時電力を消費し、環境負荷を増大させることになる。この電力消費を削減するために自然風を利用した Wind 24 の標準タイプ¹⁾が既に開発されているが、引き続き片側ダクトタイプならびにダクトレスタイプを開発した。

§ 2. ハイブリッド換気システムに必要な性能

風力を用いて換気をする場合に、まず風の変動を吸収して、常時安定した換気が得られるようにしなければならない。いわゆる「風まかせ」にならないことが最も大切である。換気不足はシックハウス問題を招き、過剰換気となつては空調エネルギー損失が多くなるという問題がある。そこで、補助ファン制御器と補助ファンにより弱風時の換気不足防止を図り、風量調整ダンパにより強風時の過剰換気防止を図るシステムを計画した。

2-1 換気不足防止対策

ハイブリッド換気は、風力だけでは換気不足になることがあるため、機械力で補うというものである。

そこで給気ダクト内の風速を常時感知して、換気不足になりそうな場合に補助ファンを稼働させる「補助ファン制御器」（写真-1 参照）を株式会社流機エンジニアリングと共同で開発した。

(1) 補助ファン発停制御

給気ダクト内に設置された補助ファン制御器により、図-1 のように補助ファンへ電源を送るように計画した。

補助ファンは便所等の換気扇と兼用する方式ならびに単独で玄関等に設ける方式の両方が可能である。兼用する場合の結線を図-2 に示す。またこの場合の発停パ

* 技術研究所技術研究部建築技術研究課

** 関西（支）大津建築（出）

*** 関東（支）玉川学園（出）

**** 関東（支）大京大島（出）

***** 札幌（支）設備課

ターンを表-1に示す。

なお、ハイブリッド換気システムでは、安定した換気量を確保すると同時に、補助ファンの稼働率を低く抑えることが必要である。しかしながら、設計よりもはるかに大きなファンを設けて、ファンの稼働率を抑えても意味がない。そこで、図-1に示すように「自然換気寄与率」を定義し、より実態に近い省エネ性に関する評価ができるようにした。したがって、本実験結果は補助ファンの稼働率だけでなく、自然換気寄与率についても検討した。

(2) 熱線式風速センサーの感度経年変化

この制御器は熱線式風速センサーを用いたものである。経年変化によるセンサーの感度についてのテスト結果を図-3に示す。出荷時と2年間使用後の特性に差がないことが確認された。

2-2 過剰換気防止対策

強風時の過剰換気を防止するため、独立行政法人建築研究所と共同で新しい風量調整ダンパを開発し、株式会社ユニックスが製品化した(CVD 150A；写真-2参照)。

このダンパの圧力損失特性を図-4に示す。ダンパはWind 24の給気ダクトに設置され、通過風量が $150\text{m}^3/\text{h}$ 程度までは、非常に小さな圧力損失であり、これを超えた場合には大きな圧力損失が発生する特徴を有する。



写真-1 補助ファン制御器



写真-2 風量調整ダンパ (CVD 150A)

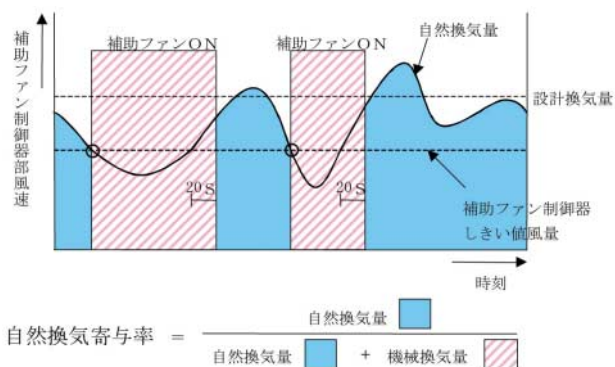


図-1 補助ファン発停制御

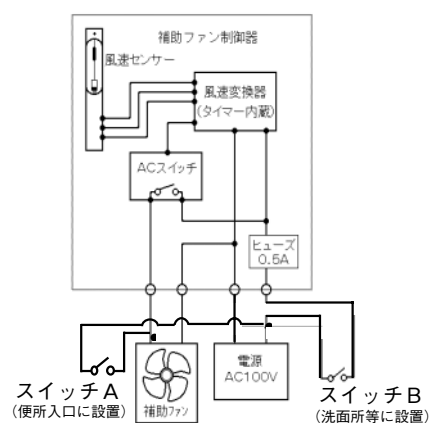


図-2 補助ファン制御器の結線（兼用方式の場合）

表-1 補助ファン発停パターン

	風力換気時	弱風時
スイッチ A ON	ファン稼働	ファン稼働
スイッチ A OFF	ファン停止	ファン稼働

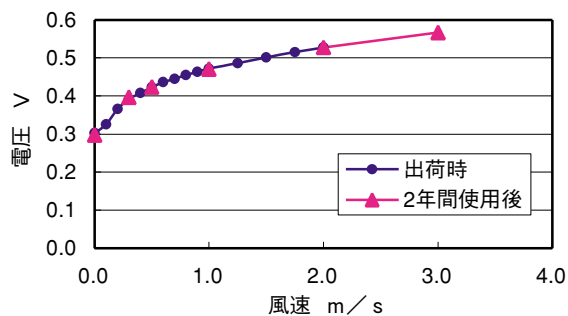


図-3 補助ファン制御器特性比較
(出荷時と2年間使用後)

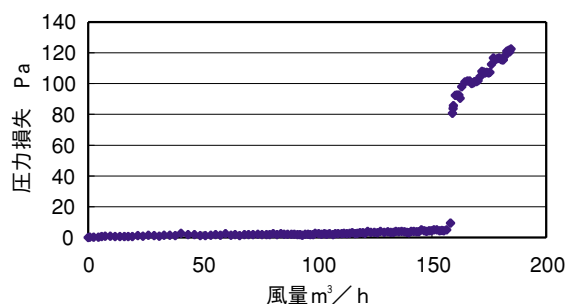


図-4 風量調整ダンパ (CVD 150A) の圧力損失特性

§ 3. Wind 24 片側ダクトタイプの実証実験

3-1 実験概要

写真-3の建物に図-5のシステムを導入し7階の住戸で実験を行った。実験概要を表-2に示す。

3-2 実験方法

屋上風向風速、外壁面差圧、各室住戸換気量ならびに補助ファン稼働率などについて表-3に示す方法で測定を行い、換気性能を確認した。

3-3 実験結果

屋上+3.5mでの風速を図-6に示す。測定期間中の風速は、1~4m/s程度であった。
この期間中の風力による換気量測定結果および計算したハイブリッド換気量を図-7に示す。なお、このハイブリッド換気量は、補助ファン制御器から電源の出力時間における風力による換気量を補助ファン風量で置き替えて算出している。風力換気量は屋上風速の強弱に応じて変動し0~60m³/hとなり、その一方、ハイブリッド換気量は60~100m³/h程度となった。

表-3 実験方法

測定項目	測定器	備考
屋上風向風速	ブリード社製三杯式風向風速計	屋上+3.5m 建物の北を風向計の真北とした。 1秒間隔測定
外壁面差圧	バフトラン社製差圧計 表示変換器	給気口付近外壁面と 排気口付近外壁面の 差圧。 1秒間隔測定。
各室住戸換気量	B&K社製マルチポイントサンプラードーザー、トレーサーガスモニタ	SF ₆ 一定濃度法による。 拡散ファン設置。 約4分間隔測定。
給気ダクト内風量	補助ファン制御器 RK6312-S	給気ダクト最上流部の 風速を測定し、風量 に換算。1秒間隔 測定。
補助ファン稼働	キーエンス製データ ロガー NR-250	1秒間隔測定。
住戸気密測定	KONA サッポロ製 気密測定器	減圧法による。 換気口類はテープで 塞いだ。
補助ファン風量	KONA サッポロ製 熱線式風量計	5秒間の平均値



写真-3 実験建物

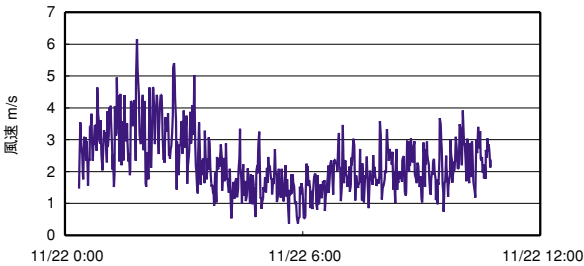


図-6 屋上風速

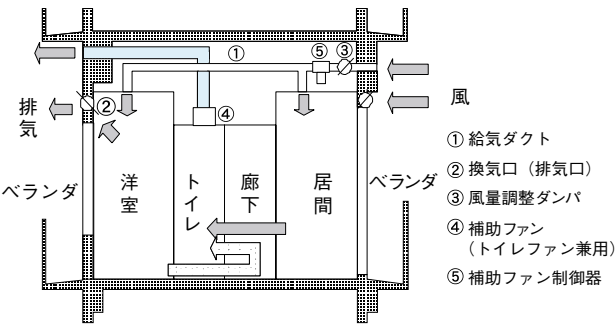


図-5 Wind 24 片側ダクトタイプ

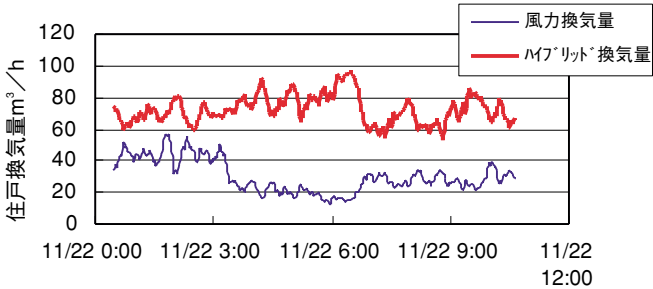


図-7 風力換気およびハイブリッド換気量

表-2 実験概要

実験場所	川崎市内マンション
実験対象	Wind 24 片側ダクトタイプ
実験期間	平成 14 年 11 月 22 日

外壁面差圧と補助ファンへの電源出力率（補助ファン稼働率）の関係を図-8 に示す。差圧が小さい場合に稼働率が高く、差圧が大きい場合に稼働率が低くなっている。

外壁面差圧と住戸ハイブリッド換気量の関係を図-9 に示す。風圧の強弱によらずバラツキはあるものの換気量は一定の傾向を示した。

外壁面差圧と自然換気寄与率の関係を図-10 に示す。外壁面差圧が 5Pa の場合に自然換気寄与率は 50% 程度であり、差圧が大きい場合ほど自然換気寄与率が高くなっている。

3-4 考察

屋上風速の変動に伴い、外壁面風圧が変動し、風力換気量に変動したが、補助ファンの働きによって外壁面差圧が小さい場合も本物件の設計換気量（70m³/h）がほぼ満たされるものと考えられる。また、自然換気の寄与率が 50% を越えるのは外壁面差圧が 5Pa 程度であることから、Wind 24 片側ダクトタイプは 5Pa 以上の差圧が高い頻度で得られる場合に適していると考えられる。

§ 4. Wind 24 ダクトレスタイプの実証実験

4-1 実験概要

写真-4 の建物に図-11 のシステムを設置し、実験を行った。実験概要を表-4 に示す。

4-2 実験方法

Wind 24 片側ダクトタイプ実証実験と同様の測定器を使い、風力換気時とハイブリッド換気時における測定を行った。

4-3 風力換気時実験結果

風力換気時における住戸換気量を外壁面差圧で整理したものを図-12 に示す。差圧が小さい場合は住戸換気量が少なくなっている。

4-4 ハイブリッド換気時実験結果

補助ファン制御器を閾値 0.4m/s（切タイマー 20 秒）および補助ファン風量を 135m³/h としてハイブリッド換気を行った。この時の屋上+4m における風向と風速を図-13 および図-14 に示す。風速は 1~4m/s 程度であり、風向は WSW~NW であった。外壁面差圧測定結果を図-15 に示す。1~8Pa 程度であった。

補助ファン稼働率を図-16 に示す。稼働率は 30% 程度であった。

また、屋上風速と補助ファン稼働率の関係を図-17 に、外壁面差圧と補助ファン稼働率の関係を図-18 に示す。

全体的な傾向としては、差圧が小さい場合に稼働率が

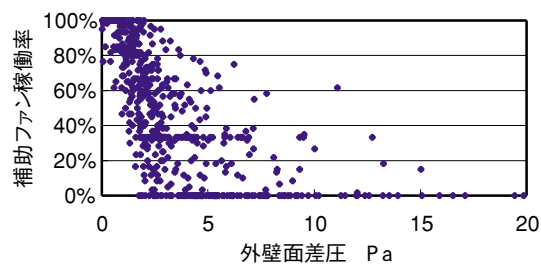


図-8 補助ファン稼働率

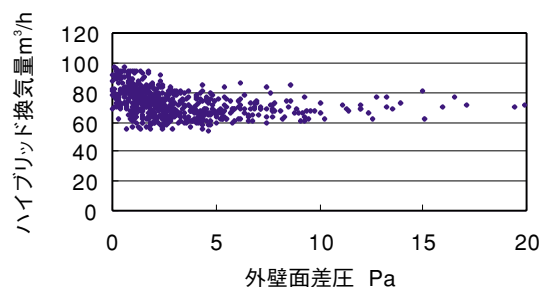


図-9 ハイブリッド換気量

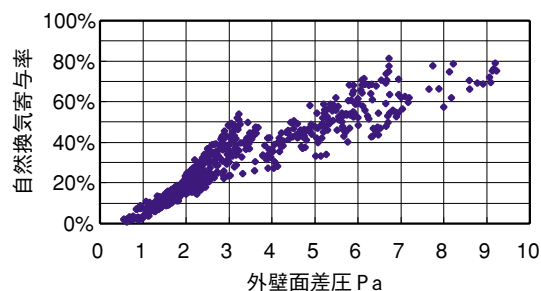


図-10 自然換気寄与率

表-4 実験概要

実験場所	建築研究所集合住宅実験棟 (省エネ住戸)
実験対象	Wind 24 ダクトレスタイプ
実験期間	平成 14 年 12 月 21 日~23 日 (ハイブリッド換気時) 平成 14 年 12 月 26 日~27 日 (風力換気時)



写真-4 実験住戸（3 階手前住戸）

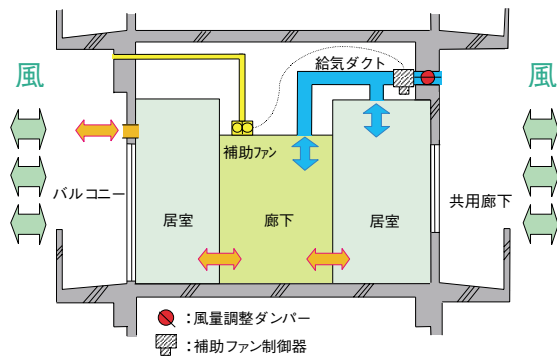


図-11 Wind 24 ダクトレスタイプ

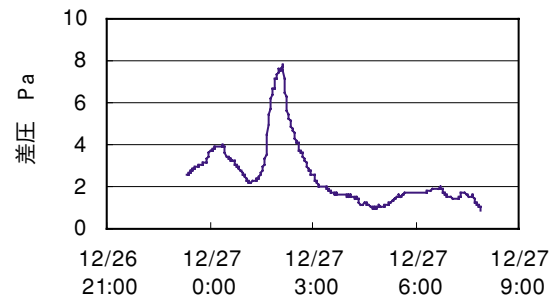


図-15 外壁面差圧

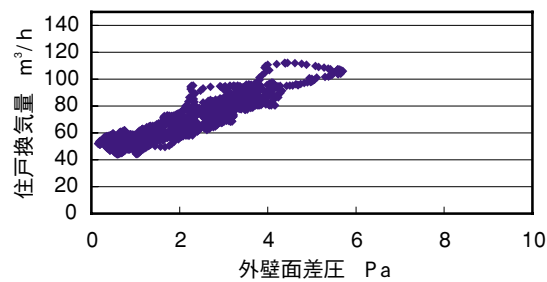


図-12 住戸換気量 (風力換気時)

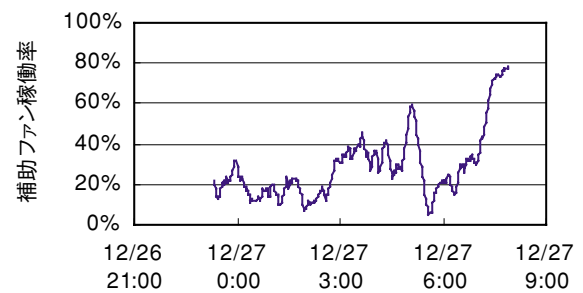


図-16 補助ファン稼働率

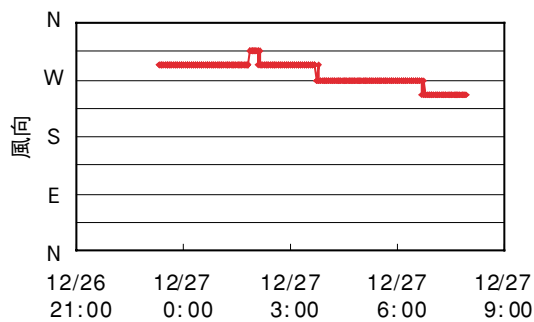


図-13 屋上風向

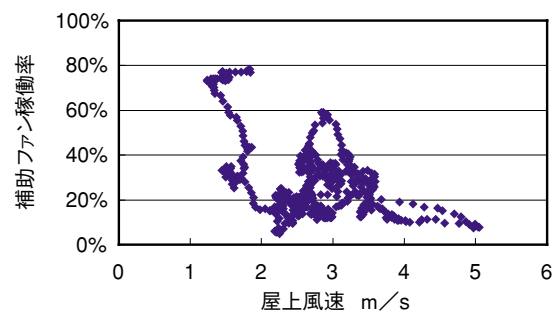


図-17 風速と補助ファン稼働率

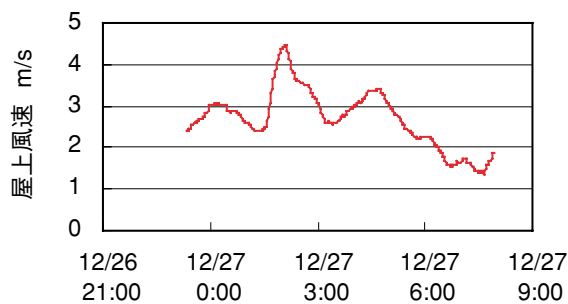


図-14 屋上風速

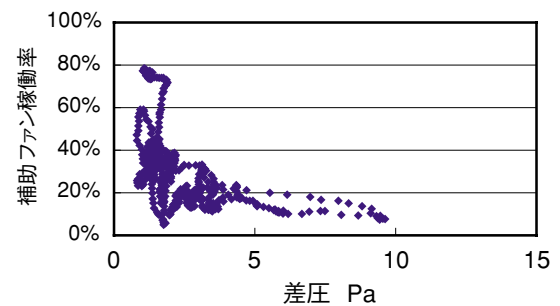


図-18 差圧と補助ファン稼働率

高く、差圧が大きい場合に稼働率が低くなっている。

またハイブリッド換気量を図-19に示すが、外壁面差圧によらず 100~120m³/h 程度で片側ダクトタイプと同様に一定の傾向を示し設計換気量 (100m³/h) を満たした。

自然換気寄与率は 20~90% 程度となり、平均的には 60~70% 程度であった (図-20 参照)。また外壁面差圧の大きい場合ほど自然換気寄与率が高く風圧差の小さい場合は寄与率も低くなった (図-21 参照)。

4-5 考 察

風が弱い場合に換気量が不足する分は、ハイブリッド換気にすることでほぼ補完することができた。一般的に設計換気量が多い場合、補助ファン風量を多くし、補助ファン制御器の閾値をアップさせる必要があり、同じ外壁面差圧でも自然換気寄与率が低くなる。本実験住戸は片側ダクトタイプと比べて、設計換気量が多い。そのため、同じ外壁面差圧でも自然換気寄与率が低くなるのが考えられるが、換気口類の大きさや数量を住戸面積に合わせて増やしたことにより、外壁面差圧が 3Pa 以上の場合に自然換気寄与率が 50% 以上となった。

§ 5. おわりに

本開発においては 2 つのタイプの Wind 24 について実証実験を行った。いずれも風の変動を吸収して、換気量が一定となる傾向を示した。片側ダクトタイプでは 5 Pa 以上、またダクトレスタイプでは 3Pa 以上の外壁面差圧が得られた場合に自然換気寄与率が概ね 50% 以上となった。自然換気寄与率が高くなることは、単に換気用電力量を削減するだけではなく、長期不在時に補助ファンの電源を切っても風力による換気が行われ、結露によるカビの発生を抑え建物の維持に貢献する。したがって、Wind 24 はある一定の風圧が期待できる物件に導入されることが望ましいと考えられる。

謝辞：本システムは独立行政法人建築研究所との官民共同研究の成果により、西松建設およびユニックスが流機エンジニアリングの協力を得て開発したものである。開発に際して、都市基盤整備公団、(財)ベターリビング

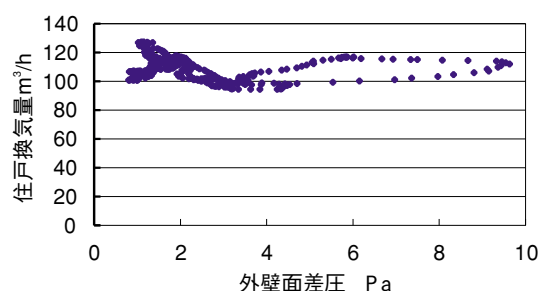


図-19 住戸換気量 (ハイブリッド換気時)

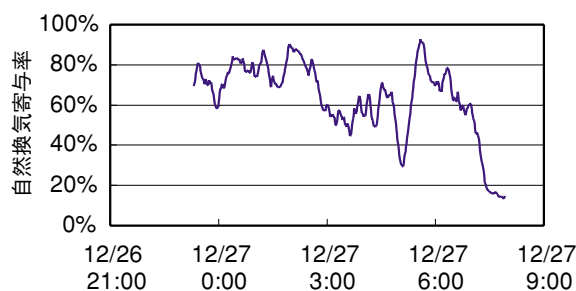


図-20 自然換気寄与率

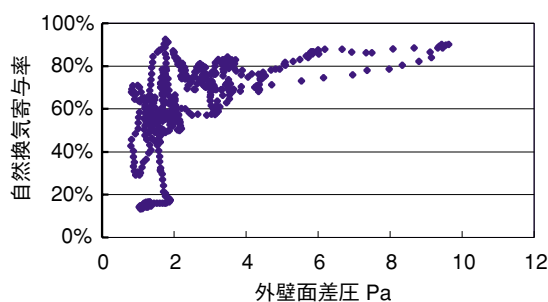


図-21 外壁面差圧と自然換気寄与率

の関係者の方々の温かいご支援を頂いた。また、風量調整ダンパの低圧損化のための改良および換気システムの実証実験の際には、ユニックスの大國氏に多大なる協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 佐藤健一他：自然風を利用した 24 時間換気システム (その 1), 西松建設技報 Vol. 23, pp. 23-26, 2000.