

平成 23 年 2 月 28 日

クリーンルームの室圧変動シミュレーションツールの開発

ダイダン株式会社

半導体や医薬品の製造等に用いられるクリーンルームでは、室圧をコントロールすることで室内の清浄環境が維持されています。これまでダイダンはクリーンルームの室圧に影響を与える外乱^(*)1)に対して、様々な対策技術を提供して参りました^(*)2)。

今回、クリーンルームの空調システムをモデル化して、外乱等による室圧への影響を予測する室圧変動シミュレーションツールを開発いたしました。

今回開発した室圧変動シミュレーションツールを用いて室圧制御の性能を事前に評価することで、お客様のニーズに適した空調設備を提供して参ります。

1. 効果

室圧変動シミュレーションツールを使用することの効果は以下の通りです。

空調設備の起動・停止や局所排気設備の起動・停止などで室圧は大きく変動します。その抑制のために時間をかけて起動(風量を徐々に増やす)したり、制御機器の動作速度をできる限り早く、あるいは逆に遅くするなどの対策をとりますが、その調整は困難で多くの時間を要していました。このシミュレーションツールで、設備機器の起動・停止などに伴う室圧変動を予測し、事前に確認することで適切な調整ができ、お客様に品質の高い設備を提供することができます。また、試運転調整にかかる時間も短縮することが可能となります。

シミュレーションツールを使用することで、室圧の安定性や室圧変動に対する対策の効果をお客様に事前に確認して頂けるようになります。お客様は、性能や効果を定量的に把握した上で、自社のニーズに最も適した空調設備を選択することができます。

2. 特徴

ダイダンの開発した室圧変動シミュレーションツールは、ダクト内を流れる風量を電流、ファンによる圧力上昇を起電力、ダクトの摩擦抵抗(圧力損失)を電気抵抗に見立てた等価の電気回路網^(*)3)になるように、空気の流れに沿って各部材の圧力変化の式を連立させて計算処理を行います。

複数の系統に分岐しているダクトは、電気抵抗と同様の考え方で圧力損失を合成し、さらにキルヒホッフの第一法則(任意点に流れ込む電流(風量)の総和はゼロ)にしたがい、ダクトの分岐部での分流、合流を計算します。

ダクト系全体の圧力変化は、キルヒホッフの第二法則（任意の閉回路に沿う電圧変化（圧力損失）の総和はゼロ）を適用して計算します。

このような工夫で計算式を整理することで計算量を減らすことができ、外乱が発生した場合の複雑な圧力変動のシミュレーションを短時間で行うことを可能としました。

3. シミュレーション例

図1に空調設備の例を示します。図2は、図1の空調設備が起動した直後の各室の室圧変動のシミュレーション結果および実測結果です。設定室圧5Pa、10Paの室1、室2の室圧が起動とともに急上昇しています。これは、起動直後は送風機からの給気量に対し定風量装置や室圧制御ダンパの動作が追いつかないために起きるものです。

図3-1、3-2は、室2の局所排気装置の起動・停止時の室圧変動のシミュレーション結果および実測結果です。図3-1で、局所排気装置の運転に対する対策がなされていない場合は起動直後に室圧の逆転が発生する様子が確認できます。図3-2は、当社のハイブリッド室圧制御システム「バリアスマート」を局所排気装置に適用した場合です。シミュレーションによっても局所排気装置の起動・停止時に安定した室圧を維持している様子を確認することができます。

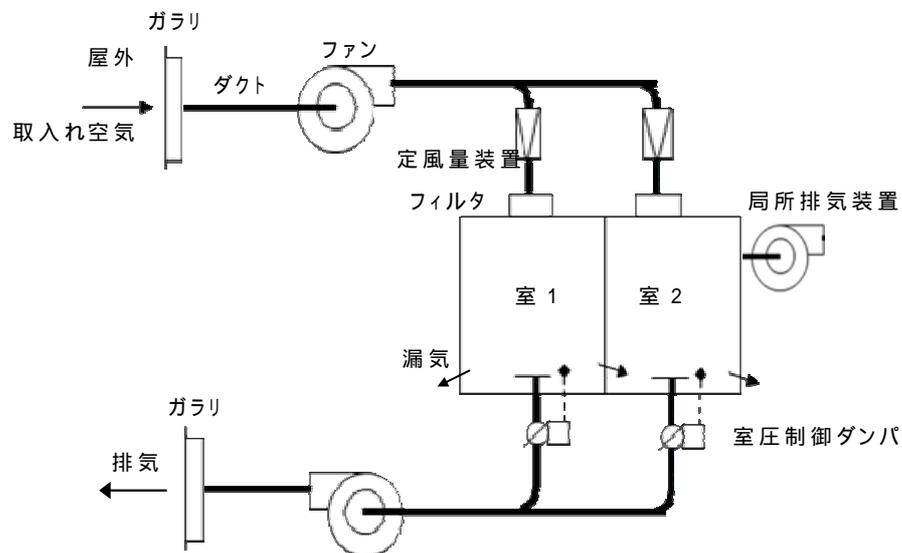


図1 空調設備の系統図

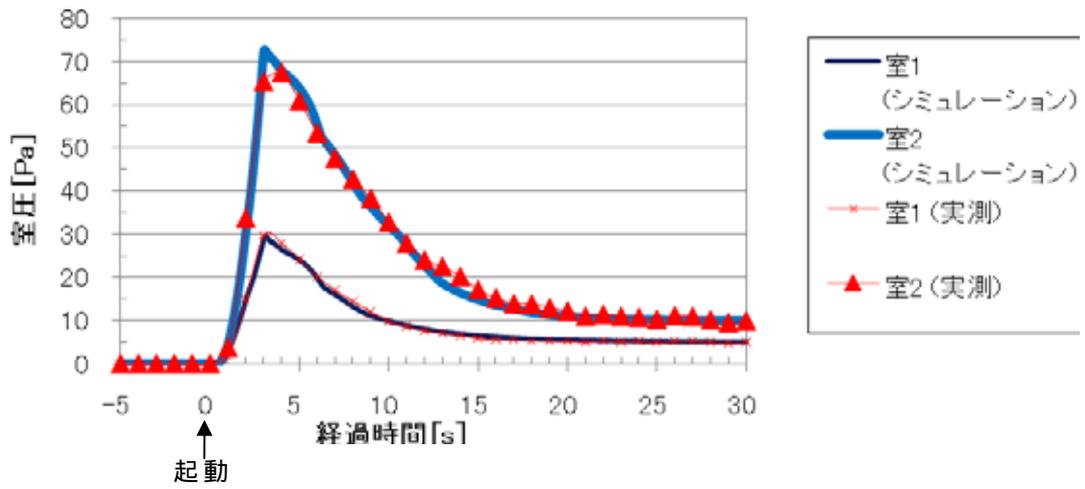


図 2 空調設備の起動直後の圧力変動

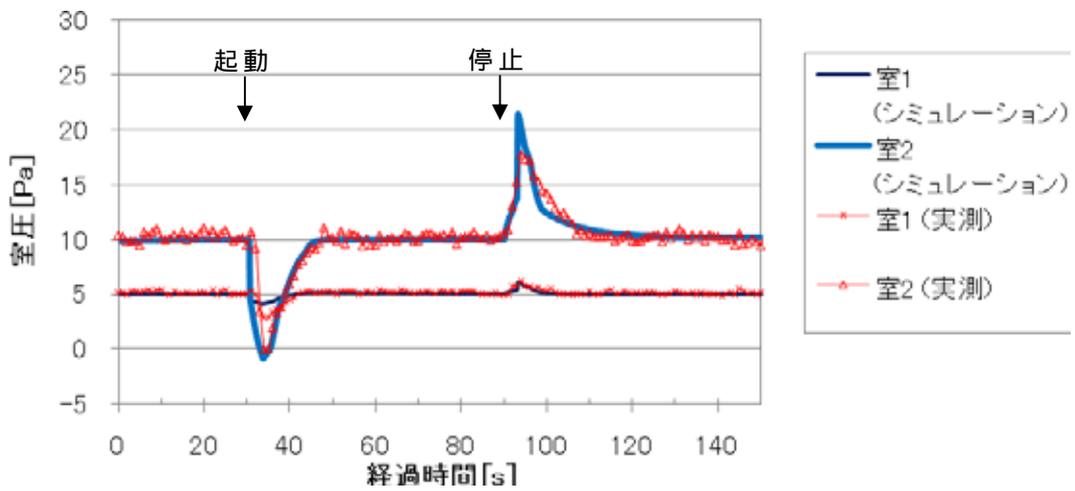


図 3-1 局所排気装置による圧力変動 (対策なし)

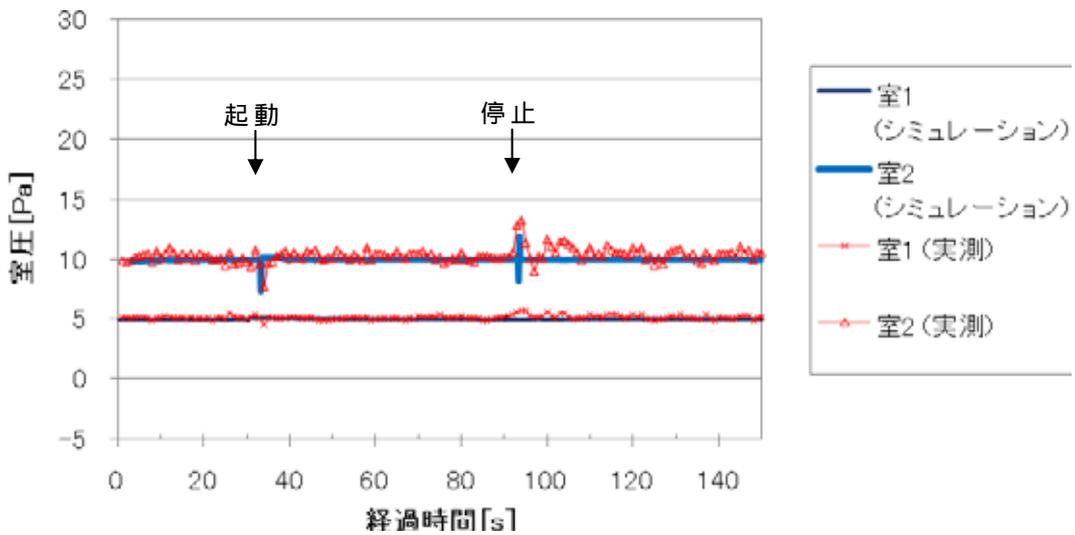


図 3-2 局所排気装置による圧力変動 (対策あり)

4. 今後の展開

この室圧変動シミュレーションツールにより、清浄環境を必要とする医薬品・半導体関連企業を中心に、お客様のニーズに対応した空調設備を提供することで受注拡大につながるとともに、ツールの活用により設計・施工の品質向上につなげて参ります。

< 本件に関する問い合わせ >

ダイダン株式会社 技術研究所

担当：伊藤、佐々木

〒354-0044 埼玉県入間郡三芳町北永井 390

Tel: 049-258-1511

e-mail: itoshuichi@daidan.co.jp

sasakiyoji@daidan.co.jp

- (*1) 扉の開閉や、空調設備の起動・停止、局所排気装置の起動・停止、屋外に強い突風が生じるなどは、室圧に影響を与える要因となる。
- (*2) 扉の開閉によるクロスコンタミネーション対策技術であるハイブリッド室圧制御システム「バリアスマート」、季節風影響への対策技術「除圧ダクト」など。
- (*3) 管路網解析の一種。