

# 平成 29 年度 風工学研究拠点 共同研究成果報告書

研究分野：分野横断

研究期間：平成 29 年度

課題番号：173009

研究課題名（和文）： 壁面近傍風圧の計測・予測手法の検討

研究課題名（英文）： Investigation of measurement and prediction method for wall pressure

研究代表者：菊池浩利

交付決定額（当該年度）： 200,000 円

※ページ数の制限はありません。

※成果等の説明に図表を使用させていただいて構いません。（カラーも可）

※提出して頂いた成果報告書をホームページでの公開を予定しております。

## 1. 研究の目的

壁面風圧については、構造分野では外装材にかかる荷重の評価に、環境分野では自然換気の際の風圧係数として用いられる。これまで、風洞実験を行うような大規模な建物では気密性の観点から自然換気は用いられず、風洞実験の成果を換気の観点で利用する事は少なかった。しかし、ZEB 化のための中間期の自然換気利用、3.11 以降に考えられた非常時の換気経路の確保、という観点からオフィスビルの中にも自然換気システムを導入するケースも増えてきている。

また、高層建物にダブルスキンを設ける際、省エネルギー（熱負荷削減）の観点からダブルスキン内の高温空気を排出するために換気口を設けようと検討する例もあるが、内外圧差の変化の影響で外装材の荷重評価に大きく影響を及ぼすことが予想される。その他にも、自然換気を誘引するために建物中心にヴォイドを設ける建物も見られるが、強風時には室内外差圧が大きくなる要因となる場合も考えられ、換気への影響とともに集合住宅などではドアの開閉障害を起こす可能性も考えられる。

それぞれ対象としている風速レベルは異なるが、自然現象において風速を制御できない中で理想状態以外の条件下においては問題起こる可能性も考えられる。建物周りの流れ場の把握とともに、壁面及びその近傍における風圧の取り扱いに関する構造・環境の分野の共通理解は、建物外装部分の設計や換気計画を合理的に進めるための貴重な資料となり得ると考えられる。

以上のような背景から本研究課題では、1)これまで別個に検討されることの多かった構造・環境分野の壁面風圧の取り扱いに関して共通点・相違点を議論し整理、2)相互の考え方（取り扱い方）や計測手法のメリット・デメリットについて意見を出し合い相互の分野の発展につなげる、ことを目的とする。

## 2. 研究の方法

構造・環境工学両分野の研究者が集まり、以下の内容を実施した。

- 1) 両分野の壁面風圧や内圧の考え方について議論
- 2) 両分野の既往の研究に関する文献リストを整理し、これまでの理論・手法についてまとめるとともに内容について議論
- 3) 議論を通じ、両分野の考え方の共通点・相違点について検討

## 3. 研究成果

各分野の内外圧の検討・評価に関する論文リストについては整理が進められ、随時更新している状況である。今後は内容を詳細に確認し、理論や評価手法等について議論を進め、分野間の共通の理解を深めていく予定である。

その他の議論の詳細な内容は省略するが、建物の内外圧差が原因となって生じた問題の事例について調査し、原因や考え得る対策などを整理する重要性が指摘された。また、議論を通じて、実際に生じた問題について構造分野では「被害」、環境分野では「障害・不具合」といった表現の違いなどが指摘された。すなわち、対象とする問題事象のタイムスケールの分野間での違いなどが考えられることが分かった。

以下では、研究集会で各分野の研究者から発表された内容の概要をまとめる。研究集会の講演内容、講演者は以下の通りである。

## 【関連研究報告】

- 中高層オフィスビルの自然換気量計算における風圧係数の入力方法とその影響  
小林知広（大阪市立大学）
- 換気力学に関する研究事例の紹介  
後藤伴延（東北大学）
- 高層建物に設置された通気性のある外装材に作用する風圧特性  
相原知子（大成建設）
- 開口が生じた際の内圧変動の予測  
染川大輔（大林組）

講演者として大阪市立大学の小林先生を招待し、研究分担者である後藤先生とともに環境工学分野の研究事例の紹介をお願いした。また、構造系の講演者として2名のゼネコンの研究者に講演を依頼し、発表内容を中心に研究集会参加者を含めた各分野の研究者間で議論した。

小林先生からは、いくつかの換気システムを対象として、市街地の中高層オフィスを想定した汎用風圧係数データベースを風洞実験により作成し、データベースに基づいて簡易的に与えた場合と、実街区を再現した風洞実験による風圧係数を与えた場合で換気量を比較した結果についての発表があった。後藤先生からは、換気計算に用いられる換気回路網の問題点を挙げ、それぞれの問題点に関して検討された事例と、換気回路網の適用範囲や非定常計算法に関する発表があった。相原氏からは、屋外設備機器あるいは屋外階段の目隠し壁のような通気性のある外装材のピーク風力係数を風洞実験にて求める実験手法の確立を目的とした風洞実験・数値流体解析での検討事例と、実際に通気性部材のピーク風力係数を算出した結果が紹介された。染川氏からは、壁面の破損などに伴う急激な内圧変動の予測手法について検討した事例が紹介され、理論式に基づき適切なパラメータを設定することで予測することが可能と考えられる、との発表があった。

全体を通じての議論として、風圧係数の考え方等で分野間の考え方の相違があったようにも思えたが、議論を通じて理解が深まったように思われる。一方、換気計算で用いられる流量係数 $\alpha$ と、構造分野で内圧変動の予測に用いられる圧力損失係数 $\zeta$ の関係性については各分野間のみならず、参加した研究者間でも十分な共通理解とまではならなかったように思う。

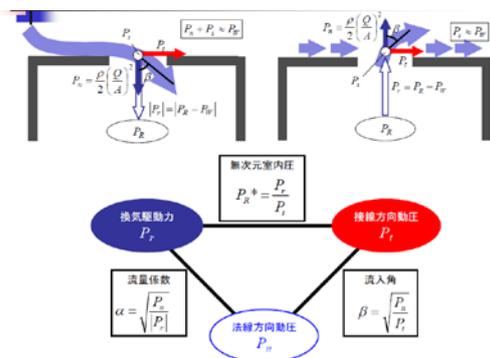


図1 局所相似モデル

(後藤先生の発表スライドより引用) 文1)

$$\rho_a l_e A \ddot{x} + \frac{\rho_a A \zeta}{2} |\dot{x}| \dot{x} + \frac{n A^2 P_0}{V} x = -(P_e - P_0) A$$

- ・ 開口面積 A
- ・ 室内容積 V
- ・ 風速 U
- ・ 有効長さ  $l_e$

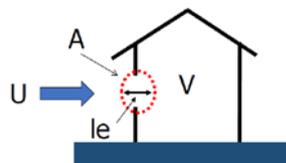


図2 内圧変動の予測式 (Holmes の提案式)

(染川氏の発表スライドより引用) 文2), 3)

但し、後藤先生の発表の中にあつた“外部風向および開口位置によって流量係数が変化する”といったことなどは構造分野の方にも理解される等、本研究集会は内外圧の変動の評価に関して両分野間の共通理解に向けた機会となった。

本研究課題は平成30年度も継続して実施される予定である。今年度リストアップした既往の研究についての調査等を通じて、両分野間の共通理解を深めていくとともに、実際に建物の内外圧差が原因となって生じている問題の事例についても調査し、その発生要因や考え得る対策などについても整理していきたいと考えている。

文1) 後藤伴延, 大場正昭, 倉淵隆, 遠藤智之: 通風時の換気量予測法に関する研究 (第3報) 流出開口部への局所相似モデルの適用に関する検討, 日本建築学会環境系論文集, 第674号, pp.259-266, 2012年4月

文2) 染川大輔, 川口彰久, 谷口徹郎, 谷池義人: 内圧オーバーシュートを考慮した外装材設計用風荷重, 日本建築学会構造系論文集, 第628号, pp.867-873, 2008年6月

文3) J.D.Holmes: Mean and Fluctuating Internal Pressure Induced by Wind, Proceedings of Fifth International Conference on Wind Engineering, pp.IV8-1 - IV8-16, 1979.7

4. 主な発表論文等  
(研究代表者、研究分担者には下線)  
〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 0 件)

〔図書〕(計 0 件)

〔その他、産業財産権、ホームページ等〕

5. 研究組織

(1) 研究代表者

菊池 浩利 (清水建設 (株))

(2) 研究分担者

1. 張 偉栄 (東京工芸大学)
2. 後藤 伴延 (東北大学大学院)
3. 富永 禎秀 (新潟工科大学)
4. 持田 灯 (東北大学大学院)
5. 佐々木 澄 (清水建設 (株))

6. 要約(Abstract)

研究課題名 壁面近傍風圧の計測・予測手法の検討  
研究代表者名 (所属) 菊池 浩利 (清水建設 (株))  
要約(700文字以内)・図

これまで別個に検討されることの多かった構造・環境分野の壁面風圧や内圧の取り扱いに関して共通点・相違点を整理するとともに、相互の考え方(取り扱い方)や計測手法のメリット・デメリットについて意見を出し合い相互の分野の発展につなげることを目的として、各分野の既往の研究に関する論文リストを整理し、これまでの取り組みを基に各分野の研究者間で議論した。

研究分担者以外にも両分野の研究者を集めた研究集会の場では、風圧係数の考え方等のように両分野間での理解が得られたものもあったが、流量係数 $\alpha$ と圧力損失係数 $\zeta$ の関係のように、両分野の研究者間だけではなく、参加した多くの研究者間で十分に理解が得られなかったものもあった。

今年度の活動を通じて、共通理解は進んだように思えるが十分とは言えない結果となった。また、実際に建物の内外圧差が原因となって生じている問題の事例についての検討などについても課題が残る結果となった。今後も継続した議論・調査を通じ、両分野間の共通理解を深め、相互の分野の発展につなげていきたいと考えている。