

東京大学・本部棟における窓断熱改修の効果検証・その2 (窓断熱改修前後の温熱環境と暖房エネルギーの実測結果)

正会員 ○赤嶺嘉彦* 同 坂本雄三** 同 河野匡志***

断熱 内窓 改修
温熱環境 暖房エネルギー 暖房負荷

1. はじめに

前報 (その 1) ¹⁾に続き、窓の断熱改修前後の温熱環境と暖房エネルギーの実測結果を報告する。計測点は前報 (その 1) に記したとおりである。

2. 温熱環境の実測結果

建物屋上で計測した外気温と S 室の室温 (5 分間隔計測値)、空調機の処理熱量・消費電力・COP (1 時間平均値)、及び、外気温基準の室温 (室温と外気温の差) の時系列データを図 1 に示す。改修後は、空調機の使用頻度が減っているにもかかわらず、毎日の最低室温が改修前よりも高くなっており (最低室温の期間平均: 改修前 18.9℃、

改修後 20.5℃)、勤務時間中は、概ね 22~25℃程度となっていた。図 2 は改修前後の平日のみの期間平均値を示したものである。平均室温は 1.1℃、外気温基準の室温は 0.6℃上昇し、かつ、一日の室温の標準偏差 (すなわち、室温の日変化) は小さくなった。

3. 暖房エネルギーに関する実測結果

図 3 に S 室の空調機の消費電力量と処理熱量の日積算値、及び、COP を示す。改修後は空調機をほとんど使用していないことが一目瞭然である。ただし、空調機を全く使用しない日でも待機電力 (主にクランクケースのヒーター用と推定される) が約 2.2[kWh/日] (90W) 程度あ

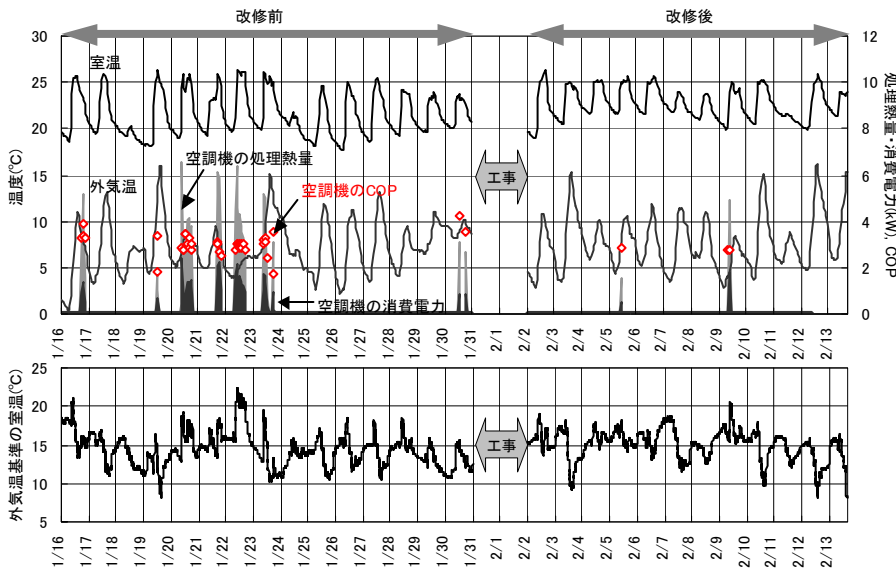


図 1. S 室の時系列データ
(室温・外気温: 5 分間隔計測値, 空調機関連: 1 時間平均値)

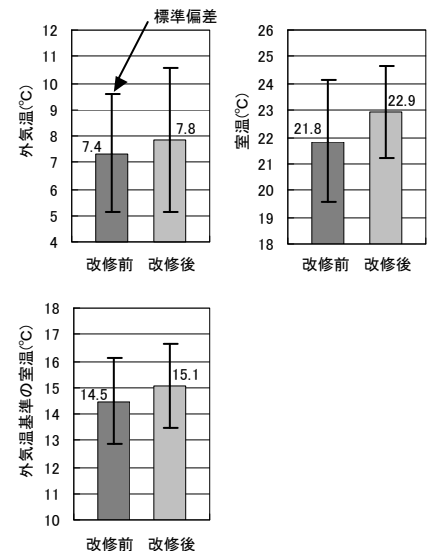


図 2. S 室の改修前後の平日における期間平均値
(外気温・室温・外気温基準の室温)

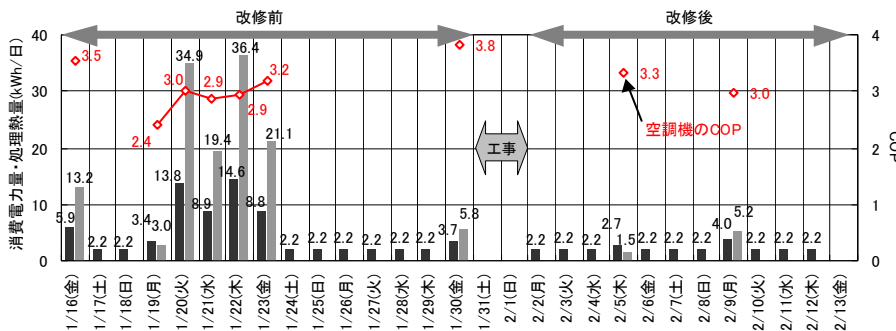


図 3. S 室の空調機関連の日積算値 (消費電力・処理熱量・COP)
(※COP は消費電力量から待機電力量分 (2.2kWh/日) を減じて算出)

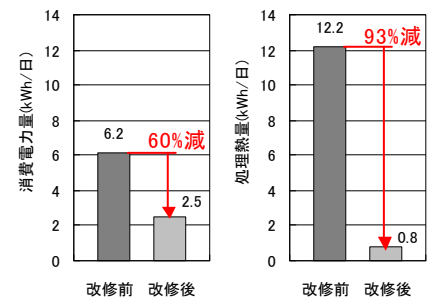


図 4. S 室の改修前後の平日における期間平均値
(空調機の日積算消費電力量・処理熱量)

Verification of Thermal Benefit Obtained by Retrofitting Windows in the Head Office Building of the UT, Part.2
(Field Measurement Result of Thermal Environment and Energy Consumption for Heating)

Yoshihiko Akaminie*
Yuzo Sakamoto**
Masashi Kawano***

った。COP は日積算の消費電力量から待機電力分 (2.2[kWh/日]) を減じたものに対する処理熱量の比として算出したものであるが、改修前後とも概ね 3 程度と差は無かった。S 室の改修前後の平日における期間平均値を図 4 に示す。改修により処理熱量は 93%と大幅に削減されたが、消費電力量は 60%の削減となっている。これは、待機電力がベースとしてあるためである。このように、断熱性能の向上により熱負荷が小さくなると停止時間帯の待機電力は相対的に重みを増すので、省エネのためには設備側のより細かな対応も必要となる。

表 1 と図 5 に全室、及び、フロア合計での平日における室温・消費電力量の日平均値を示す (フロア合計の室温は各室の面積加重平均)。窓の断熱改修により、S 室と同様に、すべての室で平均室温が上昇、室温の標準偏差が減少、消費電力量が減少する結果となり、フロア全体で暖房の消費電力量は 43.1%の削減効果 (省エネ効果) が本実測により確かめられた。

なお、前報 (その 1) でのシミュレーションの結果、実測期間中の暖房負荷の削減率は 47.8%と試算されたが、暖房 COP=3、待機電力量 10.6[kWh/日] (各室の空調機 6 台の合計) と仮定すると、消費電力量の削減率は 40.0%となり、実測とほぼ一致する。

表 2 に改修フロアで勤務する人の感想を記す。温熱環境の面だけでなく、内窓のデザインについても好意的な声が多く聞かれた。

4. まとめ

暖房期における窓の断熱改修 (内窓の設置) の効果を実測により検証し、シミュレーションとの比較を行った。

窓の熱貫流率は $5[W/m^2]$ 前後から $3[W/m^2]$ 前後に改善され、フロア全体で温熱環境の向上とともに、暖房の電力消費量が 43.1%削減することが実測により確かめられた。また、熱負荷が小さくなると待機電力の重みが増すので設備側のより細かな対応も必要になることを示した。

シミュレーションによるフロア全体の室温は暖房時、非暖房時ともに実測結果と良好に一致し、暖房負荷の削減率は 47.8%と試算された。暖房 COP=3 と仮定し、待機電力量を勘案すると暖房の電力消費量の削減率は 40.0%となり、実測 (43.1%) とほぼ一致する。

今後は、中間期と冷房期の室内温熱環境と消費電力量の実測を行い、窓の断熱改修がもたらす通年の効果とを検証するとともに、改修の効果をより引き出すための窓やブラインドの開閉方法について検討したい。

【参考文献】1) 坂本雄三, 赤嶺嘉彦, 河野匡志: 東京大学・本部棟における窓断熱改修の効果検証・その 1 (窓の断熱性向上、及び、熱負荷シミュレーションとの対応), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2009 (投稿中)

【謝辞】本研究は東京大学・TSCP 産学連携研究会・窓断熱改修 TF において実施したものである。同会関係者に深く謝意を表す。

表 1. 改修前後の平日における室温・消費電力量の日平均値

| | 改修前後 | 外気温・室温 | | 日積算消費電力量 | |
|-------|------|---------|-----------|------------|---------|
| | | 平均 (°C) | 標準偏差 (°C) | 平均 (kWh/日) | 削減率 (%) |
| 外気 | 前 | 7.4 | 2.2 | | |
| | 後 | 7.8 | 2.7 | | |
| S 室 | 前 | 21.8 | 2.3 | 6.2 | — |
| | 後 | 22.9 | 1.7 | 2.5 | 60.0 |
| N1 室 | 前 | 20.2 | 3.5 | 5.7 | — |
| | 後 | 20.9 | 2.6 | 3.0 | 46.8 |
| N2 室 | 前 | 22.2 | 1.9 | 3.5 | — |
| | 後 | 22.7 | 1.9 | 2.5 | 29.7 |
| W1 室 | 前 | 20.3 | 2.2 | 1.6 | — |
| | 後 | 21.2 | 2.0 | 1.6 | 0.1 |
| W2 室 | 前 | 23.0 | 2.9 | 9.8 | — |
| | 後 | 23.1 | 2.3 | 4.1 | 58.1 |
| E1 室 | 前 | 20.4 | 2.5 | 10.2 | — |
| | 後 | 21.2 | 2.3 | 7.4 | 27.8 |
| E2 室 | 前 | 20.0 | 2.6 | E1 室と室外機共用 | |
| | 後 | 21.2 | 2.3 | | |
| Hall | 前 | 22.0 | 1.7 | 空調機なし | |
| | 後 | 22.5 | 1.5 | | |
| フロア全体 | 前 | 21.4 | 2.3 | 37.0 | — |
| | 後 | 22.1 | 2.1 | 21.1 | 43.1 |

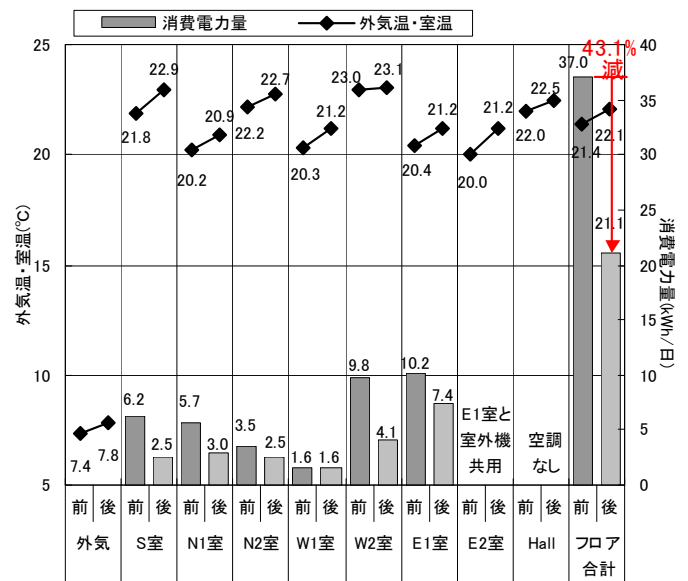


図 5. 改修前後の平日における室温・消費電力量の日平均値

表 2. 改修フロアで勤務する人の感想

- 朝出勤した時、以前より部屋が寒くない。
- エアコンの使用頻度が減った。一日つけないことも。
- エアコンの設定温度が低くなった。
- 夜になっても、部屋が寒くならない。
- 室ごとの温度差がなくなった。
- 窓を背にして足元が寒かったが、それがなくなった。
- 内側に設置された窓が、思ったより気に入らない。
- サッシ枠が白いので部屋が明るくなった気がする。

*東京大学大学院工学系研究科 特任助教・博 (工)

**同 教授・工博

***東京大学 TSCP 室

*Project Research Associate, The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

**Prof., Graduate School of Eng., The Univ. of Tokyo, Dr. Eng.

***TSCP office, The Univ. of Tokyo