

4) UR (独立行政法人 都市再生機構)

4) - 1 UR賃貸住宅の断熱特性把握と効果的な断熱対策検討に関する研究【持続可能】

Study on the Thermal Environment and Effective Insulation Renovations of UR Rental Housings

(研究開発期間 令和5～7年度)

環境研究グループ
Dept. of Environmental Engineering

佐野智美
SANO Tomomi

桑沢保夫
KUWASAWA Yasuo

三木保弘
MIKI Yasuhiro

This research evaluates two thermal renovation strategies for 1968-era mass-model UR rental housing by synthesizing findings from 1) field measurement and 2) dynamic thermal load simulations before and after renovation. The strategies were building-envelope upgrades and resident-led interior interventions. “Wall Insulations” was most effective for reducing thermal loads in building-envelope upgrades, and “External Shading (Sudare)” was most effective for reducing summer thermal loads in resident-led interior interventions.

【研究開発の背景および目的】

地球環境への配慮から、住宅の断熱性能や省エネルギーへの関心が高まっている一方で、高経年化した公営賃貸住宅では、現行の評価指標に基づいた断熱改修は費用負担が大きく、投資回収が難しい場合がある。

本研究では、1968年（昭和43年）竣工の賃貸住宅を対象とし、改修前後の温熱環境の差異を、①実測から把握する実証実験および②動的熱負荷シミュレーションにより把握した。これにより改修項目および改修範囲ならびに改修項目の組み合わせによる効果を整理し、改修効果の定量化と有効な指標案を検討した。

【研究開発の手法】

対象住戸と改修範囲・項目を図1に示す。改修項目は住宅所有者が住戸本体を対象として実施する「本体改修」と、居住者（賃借者）が実施可能な内装付加等の「簡易改修」として分類した。対象住戸の改修仕様を表1, 2に示す。対象住戸および隣接住戸について、LDKおよび寝室をルームエアコン1台で空調し、2人暮らしを想定した運転スケジュールを設定した。また、界壁を介した熱移動は無視できるものと仮定した。

① 温熱環境を実測から把握する実証実験

令和6年2月～令和7年8月の夏季・冬季において、「簡易改修」を実施した403号室と「本体改修」を実施した503号室を対象に、改修前後の温熱環境および消費電力を測定した。測定は、自然室温、間歇運転、連続運転の各条件について行った。

② 動的熱負荷シミュレーション

対象住戸に基づく住戸モデルを用い、機械換気の有無および住戸位置6条件（最上階、中間階、最下階にお

ける妻側、中間住戸）において、「本体改修」5ケース、「簡易改修」24ケースの1時間毎の熱負荷および温熱環境を算出した。併せて、空調範囲の拡大、改修水準の省エネルギー基準準拠化、気象条件の変更も一部検討した。



図1 対象住戸と改修範囲・項目
(左：503号室の本体改修、右：403号室の簡易改修)

表1 本体改修（503号室）の改修前後の仕様

部位	材料構成等		物性値（算出用）	
	改修前	改修後	改修前	改修後
屋根	RC (180), 石膏ボード (12.5)	改修項目から除外	U 3.34 μ 0.11	U、μ 左記
壁	RC (180), 石膏ボード (12.5) 一部北壁 EPS (25) (押入 (40))	左記+南壁面室内側にEPS貼り (25) (押入 (40))	U 3.13 μ 0.11	U 0.83 (押入 0.57) μ 左記
床	天然木材 2 類 (10), RC (180)	改修項目から除外	U 1.87 μ 0.06	U、μ 左記
居室開口部	金属サッシ、シングルガラス	アルミサッシ Low-E 複層ガラス化	U 6.51 μ 0.88	U 3.49 μ 0.79
玄関扉	鋼製扉	左記+室内側 XPS (15) 貼り	U 6.51 μ 0.22	U 1.75 μ 左記

() は厚み[mm]、壁：クロス仕上は未実施、居室開口部サッシ廻りの額縁加工は未実施

表 2 簡易改修（403 号室）の改修前後の仕様

改修項目	仕様	
	改修前	改修後
玄関扉前	—	床までの丈カーテン設置
玄関ホール、 便所、LDK 床	フローリング、 ビニル床シート	コルクマット敷き (8)
居室開口部室内側	シングルガラス、カーテンレールのみ	天津すだれ設置
		ガラス室内側遮熱シート設置
		カーテンレールトップカバー設置＋レースカーテン＋遮光カーテン設置

日中レースカーテン使用 ($\eta=0.55$)、遮光カーテンは夜間使用、簡易改修に伴う賃貸者改修、玄関扉すぐ室内側カーテンレール設置、開口部の外壁上部にフック設置改修費用から除外、簡易改修は 23 通りの組み合わせ改修をシミュレーションで検証、通風も夏季は実施（外気取入れで効果ある場合のみ）

【研究開発の結果】

① 改修前後の温熱環境を実測から把握する実証実験
推定された住戸全体の気密性能は、相当隙間面積 $4.8\text{cm}^2/\text{m}^2$ 、相当開口面積 206cm^2 であった。

「本体改修」では、「南北壁 S1 工法」「Low-E 複層ガラスアルミサッシ化」により LDK の断熱性能が向上した。これにより冷房熱負荷がエアコン能力に対し相対的に減少し、エアコン能力を下げるができる可能性が示された。また、冬季においては床面、窓ガラス面および南壁面の表面温度が上昇し、室内の放射環境が改善された（図 2）。「玄関扉断熱材付加」では、扉の室内側表面温度と玄関ホールの室温の差が縮小し、LDK から屋外への暖冷房効果の流出が抑えられた。

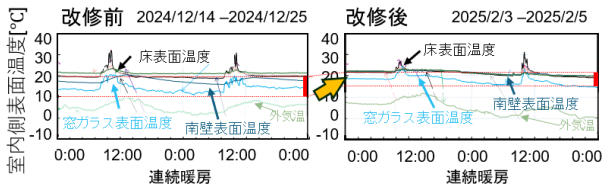


図 2 本体改修前後の LDK の温熱環境（冬季）

「簡易改修」では、夏季の「開口部すだれ設置」により室内への日射熱侵入量が低減し、日中の空気温度の不均一が抑制され、温熱環境が安定した（図 3）。「フローリングコルクマット敷き」により、冬季日中の床面表面温度がわずかに改善した。「カーテン＋レールトップカバー設置」により、冬季の室内側開口部表面温度が上昇するとともに消費エネルギーが削減され、放射温度の極端な分布がなくなった。

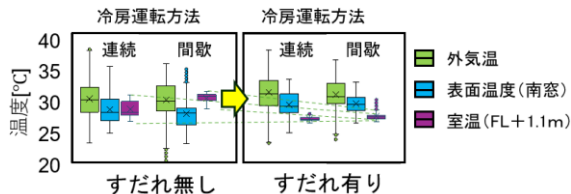


図 3 簡易改修前後の LDK の温熱環境（夏季）

② 動的熱負荷シミュレーション

漏気および機械換気の比較では、冬季の室温の差はわずかであり、換気設備の有無が室内空気温度に与える影響は小さいことが示された。

「本体改修」では、改修項目ごとの年間暖房熱負荷の削減量を比較した結果、「南北壁 S1 工法」が最も大きく約 $1.9\sim 4.5\text{GJ}$ ($13.4\%\sim 44.8\%$) の削減効果が確認され、次いで「Low-E 複層ガラスアルミサッシ化」は約 $0.7\sim 1.3\text{GJ}$ ($4.5\%\sim 17.4\%$)、「玄関扉断熱材付加」は約 $0.4\sim 0.5\text{GJ}$ ($2.1\%\sim 6.3\%$) の削減が見込まれた（図 4）。外気に接する外壁面に占める改修範囲が広いほど削減量は大きく、特に中間階妻側では「全改修項目実施」により暖房熱負荷が 57.4% 低減した。温熱環境の観点からも、冬季早朝の LDK 平均放射温度が 2.6 度上昇した。

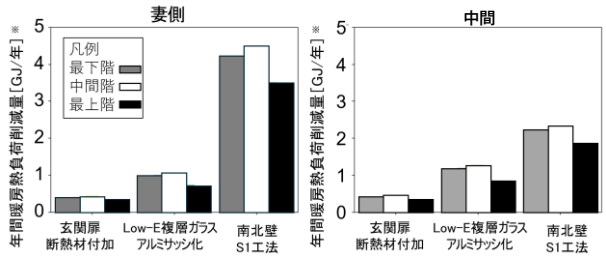


図 4 「本体改修」の暖房熱負荷削減量

※組み合わせ改修で計算した年間暖房熱負荷のシミュレーション結果を「本体改修」項目の効果に分解

「簡易改修」では、改修項目毎の住戸位置平均季節別熱負荷は「通風（夏季のみ）」は冷房約 8.6% 減、「カーテン＋レールトップカバー設置」は冷房約 5.6% 減（暖房約 1.7% 増）、「開口部すだれ設置（夏季のみ）」では冷房約 15.2% 減となった。温熱環境は、中間階中間住戸夏季昼間の和室平均放射温度は「開口部すだれ設置」で約 1.5 度、「全改修項目実施」で約 3.7 度低下した（図 5）。

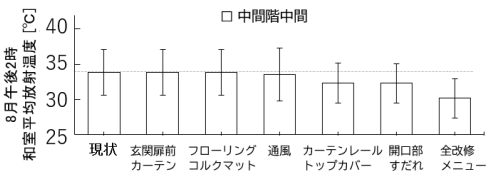


図 5 「簡易改修」項目単体実施の効果（夏季）

以上より、「本体改修」では一定程度の冷暖房負荷削減効果が確認され、「簡易改修」では季節別で有効な改修項目が異なることが示された。

①および②の成果を踏まえ「効果的な断熱改修の指標案」を示す。「本体改修」は、改修効果と外気に接する面に占める改修範囲が重要であり、「簡易改修」は、季節や生活スタイルに応じた改修項目の選択が重要である。