
国土交通省総合技術開発プロジェクト

循環型社会及び安全な環境の形成のための建築・都市基盤整備技術の開発

エネルギー自立循環型建築・都市システム技術の開発

報告書 目次 <上巻>

まえがき

上巻 目次

i

第Ⅰ編 研究概要

1

第1章 研究概要

3

1.1 研究の意義・目的

3

1.2 研究の背景

4

1.3 研究開発の概要

5

1.3.1 要素技術の開発

5

1.3.2 省エネルギー効果の実証実験

7

1.3.3 設計建設支援手法の開発

8

1.3.4 自立循環型住宅の普及推進

10

1.4 まとめ

11

第Ⅱ編 自立循環型住宅のための要素技術開発〔A〕

13

第2章 断熱外皮に関する調査・研究（A1）

15

2.1 断熱外皮委員会の目的と構成

15

2.1.1 断熱外皮委員会の目的と概要

17

2.2 実住宅の熱的な簡易コミッショニング技術の開発

19

2.2.1 簡易コミッショニングの必要性

19

2.2.2 実住宅の熱損失係数簡易実測方法

20

1) 実測手法の概要

20

2) スウェーデンにおける先行研究事例

21

3) 高気密高断熱住宅における実測結果

22

4) C値5程度での実測結果

24

5) 熱・換気回路網モデルによる熱・換気性能のシステム同定

27

6) 熱流センサーの測定誤差要因検討

27

7) 簡易実測手法の実用可能性

28

2.2.3 建築物の省エネとISO規格	
ー断熱材物性値の整備に向けた基本方針	29
1) 住宅供給の立場から	29
2) 断熱材供給の立場から	30
3) まとめ	30
2.3 断熱外壁の移流と熱・湿気性状に関する検討目的と方針	31
2.4 断熱壁体モデル基礎実験ー北方建築総合研究所	35
2.4.1 目的	35
2.4.2 空気移動を考慮した断熱壁体の基礎実験	35
2.4.3 各取合い部の相当隙間面積の測定	52
2.5 断熱壁体モデル基礎実験ー日本建築総合試験所ー	56
2.5.1 目的	56
2.5.2 実験概要	56
2.5.3 実験結果	60
1) 壁体内部の温湿度分布	60
2) 壁体内面の温度分布	61
3) 局所熱貫流率	61
2.5.4 考察と断熱外皮設計上の知見	62
2.6 温暖地向け断熱壁体モデル基礎実験ー建築研究所ー	71
2.6.1 目的	71
2.6.2 非暖房室の温湿度性状に対するスタディー	71
1) シミュレーション計算による検討	71
2) 既存住宅における冬季実測データによる検討	73
2.6.3 温暖地向け断熱壁体モデル基礎実験	75
2.6.4 水分移動解析プログラムの検証及び年間シミュレーションによる検討	79
1) 水分移動解析プログラムの検証	79
2) 年間シミュレーションによる防露性能の検討	81
2.6.5 まとめ	82
2.7 断熱された土壁住宅の壁体内熱・湿気性状の長期実測と断熱技術の検討	84
2.7.1 土壁の熱・湿気物性試験	85
2.7.2 断熱した土壁造住宅の躯体及び断熱層内部の熱・湿気性状	88
1) 愛知県に建つ実住宅での試行-土壁の外張断熱-	88
2) 愛知県に建つ実住宅での試行	
-土壁外側のクリアランスを利用した発泡プラスチック系断熱工法-	90
3) 滋賀県に建つ実住宅での試行	
-土壁外側のクリアランスを利用したボード状繊維系断熱工法-	92
2.7.3 断熱した土壁造住宅の断熱効果-主に室内温熱環境の観点から	93
2.7.4 断熱技法のイメージ	94
1) 壁の断熱	95
2) 床・基礎の断熱	95
3) 天井・屋根の断熱	96
4) 開口部	96

5) 換気・暖房	96
2.7.5 おわりに	97
2.8 在来木造住宅を対象とした壁内通気量に関する検討 (G8)	99
2.8.1 検討の目的	99
2.8.2 検討概要	99
1) 数値シミュレーションの概要	99
2) 住宅のモデル化と計算条件	100
2.8.3 シミュレーション結果	101
1) 外気に面する外壁隙間をゼロにした場合のシミュレーション結果	101
2) 外気に面する外壁隙間をゼロにした場合のシミュレーション結果	101
3) CEの隙間がゼロの場合のシミュレーション結果	102
4) CDEFがゼロの場合のシミュレーション結果	102
2.9 防湿層付き断熱材による天井断熱性能の検証実験	104
2.10 性状数値シミュレーション開発	114
2.11 移流の影響が無視できる壁体を対象にした 透湿抵抗比による簡易防露設計法	118
2.11.1 目的	118
2.11.2 相対湿度の分布特性を考慮した定常計算の考え方	118
1) 断面構成に関する条件	119
2) 透湿抵抗比に関する範囲	119
3) 線形モデルによる解析	120
2.11.3 感度解析	120
2.11.4 相対湿度の分布領域を考慮した簡易防露設計法	125
1) レベル1：定常計算による方法	125
2) レベル2：地域毎の内外透湿抵抗比による方法	125
2.11.5 今後の課題	126
2.12 断熱構造を構成する木材のダメージファンクション開発	128
2.12.1 はじめに	128
2.12.2 実験の基本概要	129
2.12.3 実験結果	130
1) 温湿度一定の環境下にある木材	130
2) 温湿度が変動する環境下にある木材	132
3) 一時的に大量な水分で湿潤化する環境下にある木材	134
4) ほぼ飽和状態での木材	136
5) 温湿度一定の環境下にある耐力面材	138
2.12.4 まとめ	139
2.13 木造断熱外皮設計上の知見	141
2.13.1 断熱性能の観点から	141
1) 断熱性能に関する技術的展開	141
2) 土壁住宅の断熱強化について	141
3) 天井断熱に関する知見	141
4) 壁内気流が断熱性能に与える影響	142

5) 開口部の断熱強化	143
6) 躯体断熱強化の効用	143
2. 14 RC造集合住宅の断熱設計ルールに関する検討	145
2. 14. 1 目的	145
2. 14. 2 構造熱橋部の断熱補強仕様の緩和	145
2. 14. 3 構造熱橋部の簡易計算法	150
1) 外壁-床（バルコニー）取合い部	152
2) 屋根-外壁取合い部	153
3) 屋根-戸境壁取合い部	153
2. 14. 4 RC集合住宅トレードオフ基準の検討	153
2. 14. 5 玄関スラブの断熱補強	162
2. 15 断熱工法とRC躯体内の湿気性状基礎実験	163
2. 15. 1 実験の目的	163
2. 15. 2 実験の概要	163
2. 15. 3 試験体と測定点	164
2. 15. 4 測定結果	165
2. 15. 5 各試験体内の分布	176
2. 15. 6 中性化と強度発現に関する検討	180
2. 15. 7 まとめ	183
2. 16 開口部断熱強化	184
2. 16. 1 断熱戸の熱的効果と課題の整理	184
2. 16. 2 断熱室内戸の併用効果	
…実験棟への装着時のシミュレーションと実測結果	185
1) シミュレーションと実測の概要	185
2) 実験棟の概要	185
3) 暖冷房負荷・主寝室の室温変動シミュレーション	186
4) 実験棟における実測結果(その1)	
…主寝室の室温変動と上下温度差の実測	187
5) 実験棟における実測結果(その2)	
…窓近傍温度と湿度の実測	190
2. 16. 3 内外に非気密部材を設置した開口部の熱的性能に関する検討	192
1) 検討の方法	192
2) 既存の付属部材による断熱効果の検討	194
3) 非気密付属部材による開口部断熱の可能性	196
2. 16. 4 多数室温湿度シミュレーションに基づく窓面結露量把握	197
1) 断熱強化の省エネルギー効果	197
2) 検討の目的	198
3) シミュレーションの概要	199
4) 計算結果と考察	201
5) まとめ	205
2. 16. 5 発熱ガラスによる室内環境改善効果に関する検証	205
2. 17 おわりに	208

本文カラー再掲	211
第3章 高効率暖冷房・給湯システム（A2）	213
3.1 はじめに	213
3.1.1 研究計画	213
3.1.2 研究成果	214
1) 冷暖房システム	214
2) 給湯システム	215
3.2 高効率暖房システム	217
3.2.1 隣室空調条件による消費エネルギー	217
1) はじめに	217
2) 研究の目的	217
3) シミュレーションによる予備検討	217
4) 実験による実態把握	219
5) シミュレーションによる戸境壁断熱の評価	221
6) まとめ	223
3.2.2 温水式床暖房における温水パネル下と配管の断熱効果	224
1) はじめに	224
2) 計算条件	224
3) 計算方法と計算結果	225
4) まとめ	226
3.2.3 戸建住宅におけるエアコンの消費エネルギーの試算	227
1) はじめに	227
2) 暖冷房負荷	227
3) エアコン実測によるCOPの推定	228
4) COPと暖冷房消費エネルギー	230
5) 室内快適性の評価	232
6) まとめ	233
3.2.4 冬期の窓面によるコールド・ドラフトの影響	233
1) はじめに	233
2) 実験室概要	234
3) 2002年度実験	234
4) 2003年度実験	236
5) まとめ	238
3.3 高効率給湯システム	239
3.3.1 給湯消費モードの設定	239
1) 給湯モードの必要性	239
2) 4人家族における湯消費モードの設定	240
3) 2・3人世帯の給湯消費モード設定	243
4) 季節変動について	248
5) その他の実験条件	248
6) 単身世帯について	248

7) まとめ	249
3.3.2 湯節約器具による節水・節湯・省エネルギー効果の検証	250
1) シャワー水栓による節湯効果把握	250
2) 食器洗浄実験	258
3) 食器洗い乾燥機の効果把握	268
3.3.3 追焚・自動保温による消費エネルギー	273
1) はじめに	273
2) アンケート調査	273
3) 追焚・自動保温による消費エネルギーの試算	276
4) まとめ	276
3.3.4 給湯消費エネルギー年間シミュレーション	277
1) はじめに	277
2) 計算条件	277
3) 計算結果	279
4) まとめ	281
第4章 換気・通風システム（A3）	283
4.1 自然風の利用	283
4.1.1 自然風利用の目的と効果	283
4.1.2 建物に作用する風圧力の推定	284
1) 気象データの利用	284
2) 風圧力の推定	285
4.1.3 通風性能確保のための外部開口部計画	286
1) 通風の原理と卓越風に配慮した計画	286
2) ウィンドキャッチャーの利用	289
3) 屋根面の活用	289
4) 温度差換気の利用	291
4.1.4 開口部付属物や内部建具の影響	293
1) 網戸・シャッターの影響	293
2) 内部建具計画	295
4.1.5 通風窓の事例と防犯・騒音への配慮	298
1) 通風窓に求められる性能と窓の事例	298
2) 防犯性に配慮した夜間開放可能窓	300
3) 遮音性能の確保	302
4.1.6 省エネルギー効果の確認	304
1) シミュレーションによる検討	304
2) 実測による検討	309
4.1.7 窓開閉に関する実態調査	316
1) 窓開閉の要因と就寝・通風時の温熱環境	316
2) 窓開閉に関する意識調査	318
3) 窓開放状況に関する実態調査	320
4.2 適切な換気設備	324

4.2.1 換気設備計画の留意点	324
1) 換気設備の種類と得失	324
2) 自然給気口の室内温熱環境への影響	328
4.2.2 省エネルギーに配慮した換気設備計画	331
1) 高効率機器の導入	331
2) 適切なダクト計画	332
3) 全熱交換ユニットの効果	334
4.2.3 ハイブリッド・ベンチレーション	338
1) 温度差利用型・戸建て住宅用ハイブリッド換気システム	338
2) 通風式集合住宅用ハイブリッド換気システム	343
3) 集合住宅用ダクト式ハイブリッド換気システム	347
資料1 第Ⅳ地域にある都市の夏季および中間期における気象データ平均値	351
資料2 戸建住宅（単独タイプ、寄棟屋根） 風圧係数一覧表	353
資料3 戸建住宅（密集地タイプ、寄棟屋根・片流れ屋根） 風圧係数一覧表	354
資料4 高層集合住宅 風圧係数一覧表	355
第5章 昼光利用・照明システム（A5）	357
5.1 研究開発の目的と内容	357
5.2 昼光利用・照明システムの全体像と設計フロー	358
5.2.1 昼光利用・照明システムの全体像	358
5.2.2 昼光利用・照明システムの設計フロー	359
1) 昼光利用の検討	359
2) 人工照明の設計	359
3) 省エネ効果の総合的検討	360
5.3 昼光利用の技術	361
5.3.1 採光手法	361
1) 採光手法の基本ー系統的シミュレーションによる検討	361
2) 採光手法の応用ー高窓の形態と採光量、室温の関係に関する検討	369
3) まとめ	372
5.3.2 導光手法	373
1) 導光手法の基本ーシミュレーションによる検討	373
2) 導光手法の応用ー実際の住宅を想定した模型実験	376
3) まとめ	381
5.4 照明システムの技術	382
5.4.1 高効率ランプによる多灯分散照明	382
1) 一室一灯からの脱却	382
2) 高効率ランプによる多灯分散照明手法の提案	382
3) リビング・ダイニングにおける多灯分散照明の評価実験	383
4) 和室における多灯分散照明手法の評価実験	387
5) まとめ	391
5.4.2 照明点灯行動の実態と併用手法	391
1) はじめに	391

2) 電灯照明の使い方に関するアンケート調査	392
3) 電灯照明の点灯行動に関する被験者実験	395
4) まとめ	401
5.4.3 天気応答型昼光照明制御システム	402
1) はじめに	402
2) 研究方法	402
3) 天気応答型昼光照明制御システムの概念	402
4) 天空輝度分布に基づく作業面照度の算出法	403
5) シミュレーションによる省電力量の算出	406
6) まとめ	407
5.5 昼光利用・照明システムによる省エネ効果の算定	408
5.5.1 目的	408
5.5.2 照明システムによる省エネの可能性に関する検討	408
1) 年間の照明用電力消費の試算	409
2) 試算結果と考察	409
3-a) 一室一灯照明と多灯照明	410
3-b) 昼光照明を行なった場合	411
5.5.3 自立循環型住宅モデルにおける省エネ効果の試算	412
1) 自立循環型住宅モデルと省エネ目標レベルの概要	412
2) 比較対象ケースごとの照明機器	413
3) 生活行為・昼光利用を考慮した年間の照明用電力消費量試算	415
4) 照明用電力消費量の試算結果と考察	416
5.5.4 まとめ	418
5.6 昼光利用・照明システムの設計に役立つツールと参照データ	419
5.6.1 昼光シミュレーションソフトウェアの開発	419
1) はじめに	419
2) 統合操作パネル	420
3) 様々な計算機能	420
4) 可視化機能	424
5) 相互反射計算の精度検証	425
6) まとめ	426
5.6.2 材料の反射特性の詳細データ	426
1) はじめに	426
2) 反射特性値の定義	427
3) 反射特性値の測定装置	427
4) 測定対象とした舗装材料	428
5) 反射特性値の測定角と測定結果	428
6) まとめ	429
5.7 研究開発のまとめ	436
5.8 カラー再掲	437
第6章 開口部・日射遮蔽計画 (A6)	439

6.1 はじめに	439
6.1.1 日射熱取得率の構成要素	439
6.1.2 日射熱取得率計算法の現状	440
1) ガラス中央部の計算法	440
2) 次世代省エネ基準の計算法	440
3) 建築物の省エネ基準 (PAL) の計算法	442
4) ASHRAE STANDARD 142の方法	442
5) Energy Star Windowsについて	443
6) 各種計算ソフトの最新動向	444
6.1.3 日射熱取得率測定法の現状	444
6.2 日射熱取得率測定法の開発	445
6.2.1 はじめに	445
6.2.2 日射熱取得率測定の方法	445
6.2.3 日射熱取得率測定装置の概要	446
6.2.4 太陽光シミュレータ	447
1) 光源の検討	447
2) 太陽光シミュレータの概要	448
3) ランプハウス部の構成	449
4) 有効照射面積	449
5) 照射方向	450
6) 照度安定性と平行度	450
7) 面内不均一性	451
8) 分光分布	451
6.2.5 計測箱	451
1) 計測箱概要	451
2) ファンヒーター	452
3) 冷却パネル	452
4) バッフル	452
5) 試験体取り付け枠	452
6) 遮蔽板	453
7) 計測箱周壁	453
6.2.6 恒温室	453
1) 恒温室の概要	453
2) 光導入窓	453
3) バッフル	453
4) 気流発生装置	454
6.2.7 実験室の配置	454
6.3 日射熱取得率の測定	456
6.3.1 実験条件	456
6.3.2 試験体	456
1) サイズ	456
2) 開閉方式	456

3) 枠	456
4) ガラス	456
5) 付属物	459
6.3.3 実験結果と考察	465
1) 枠種の違い	465
2) すだれ	465
3) 外付けロールスクリーン	466
4) カーテン	466
5) 紙障子	466
6) 内付けブラインド	466
7) 外付けルーバー	468
8) ブラインドシャッター	469
9) ブラインド内蔵ガラス	470
10) ガラス違い	472
6.3.4 実験結果のまとめと今後の課題	473
6.4 日射遮蔽性能の簡易計算法に関する検討	475
6.4.1 背景	475
6.4.2 現状における問題点	476
6.4.3 簡易計算法に関する検討	476
1) 基準となるガラスの選定	476
2) 普通単板ガラス及び普通複層ガラスAの基準となるガラスの選定	488
3) 日射遮蔽部材の遮蔽係数(比率)の決定	489
4) 庇等の効果について	489
5) 簡易計算法の概要	490
6) 表示されていないガラス及び部材について	490
6.4.4 日射遮蔽性能の評価基準に関する検討	490
1) レベル分けの検討	490
2) レベル分けの決定	493
6.5 住宅用日射遮蔽部材の調査	495
6.5.1 調査の内容	495
6.5.2 調査の概要	495
6.5.3 日射遮蔽手法の分類	495
1) 日射遮蔽手法の分類	495
2) 日射遮蔽効果と形態の整理	497
6.5.4 日射遮蔽性能に関するデータの整理	497
1) カタログによる性能値の整理	497
2) 既往の研究による性能値の整理	499
6.5.5 事例紹介	504
1) 事例の概要	504
2) 事例紹介	504
図版カラー再掲	524

第7章 資源循環システム (A 9)	525
7.1 はじめに	525
7.1.1 研究目的	525
1) 研究テーマ別検討内容の概要	525
7.2 節水機器・生ごみ処理機の負荷削減効果に関する研究 (節水WG)	529
7.2.1 水まわり、節水型機器の負荷削減、経済効果の検討	529
1) 整理解析法	529
2) 各種衛生機器での効果検討	530
3) まとめ	532
7.2.2 台所、流し周りでの節水効果 (実住戸での使用水量調査)	533
1) 研究目的	533
2) 文献調査	533
3) 実測調査方法	534
4) 実験結果及び考察	535
5) 予洗い使用水量の算出	536
6) まとめ	537
7.2.3 各種生ごみ削減方法における試算	537
1) 研究目的	537
2) 試算方法	537
3) 試算結果	538
4) 試算条件の設定と検証	539
5) まとめ	539
6) 課題	539
7.3 水資源を有効利用した屋上緑化に関する研究 (実験WG)	544
7.3.1 緑化パレットのシステム概要	544
1) 試験パレットの設定	544
2) 試験パレットの概要	544
7.3.2 屋上緑化利用水の安全性評価	545
1) はじめに	545
2) 再利用水の水質基準	545
3) 循環利用水の細菌によるリスク評価	546
4) 屋上緑化利用水の水質評価	547
5) 屋上緑化利用水の衛生学的安全性の評価	550
7.3.3 浄化槽処理水利用に関する水質・衛生学的評価	559
1) はじめに	559
2) 実験方法	559
3) 結果および考察	560
4) まとめ	568
7.3.4 屋上緑化による熱的效果に関する検討と評価	569
1) 底面灌水式緑化パレットの熱的性能に関する検討	569
2) 平面パネル式緑化パレットの熱的性能に関する検討	575
3) 屋上緑化による省エネルギー効果の試算	579

4) 熱負荷シミュレーション	581
7.4 浄化槽利用による資源循環システムの開発研究	589
7.4.1 はじめに	589
7.4.2 実験方法	589
7.4.3 実験結果と考察	591
1) ディスポーザ対応浄化槽の水質	591
2) タブレット状次亜塩素酸ソーダ消毒による リサイクル水中微生物の消長	592
3) 生ごみ排出量と汚泥(スカム)処分量	592
4) 余剰汚泥(スカム)の性状と生成堆肥の成分	593
5) 施肥試験結果	593
6) リサイクル水の水質	594
7) 雨水の水質	595
7.4.4 結論	596
7.5 総括	597

委員名簿

委員名簿