

琉球大学学術リポジトリ

亜熱帯沖縄の生活と気候に適合する真の環境共生健康住宅に関する研究

メタデータ	<p>言語:</p> <p>出版者: 堤純一郎</p> <p>公開日: 2009-12-21</p> <p>キーワード (Ja): 亜熱帯島嶼地域, 住宅の熱環境, 歴史的な変遷, 屋上面遮熱・断熱, 外壁面遮熱・断熱, 石畳街路, フクギ屋敷林, 街路樹の熱的效果, 街路樹, 屋上遮熱, 窓面遮熱, 屋敷林, 街路舗装材料, 生活環境温湿度, 色彩と表面温度, 住民意識, 亜熱帯沖縄, 熱的性能, 居住域温湿度, 冷房エネルギー, 太陽電池, 屋根面遮熱, 壁面遮熱, 屋敷囲い, 耐風性能, エネルギー使用量, 日射遮蔽</p> <p>キーワード (En): Subtropical archipelagic environment, Thermal environment in houses, Historical changes, Solar protection on rooftop, Heat insulation on outside wall, Traditional stone paved lane, Garcinia subelliptina hedge, Thermal effect of roadside trees</p> <p>作成者: 堤, 純一郎, 安藤, 徹哉, Tsutsumi, Junichiro, Ando, Tetsuya</p> <p>メールアドレス:</p> <p>所属:</p>
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/14169

第3章 地元素材による外装仕上材の遮熱・断熱特性

1. はじめに

本章に述べる研究は、建物の外装仕上げ材料に関する遮熱、断熱性能を実験的に明らかにするものです。最近の傾向として、外断熱の壁体仕様がその熱的性能の高さから注目されているが、外断熱構法は建設材料が効果な上に、高い技術レベルが要求されるので、全体に高額な建築になり易い。本研究において扱う外装仕上げ材料は、通常の塗り壁程度の施工法により、高度な熱性能が期待されるものである。

ここで研究対象として取り上げた材料は、沖縄特有の原料であるコーラル（南部石灰岩）、勝連トラバーチン、赤土を使用した外装塗装材料である。これらの材料を外装仕上げ材として、屋外に建設された実大住宅に近い大きさの実験棟の屋上面と壁面に塗布して、自然環境に曝露した状態で遮熱及び断熱効果に関する実大実験を行う。これにより遮熱及び断熱を考慮した屋上面及び壁面による省エネルギー効果を定量的に算定でき、外断熱的な建築設計のための基礎資料を得ることができる。

2. 研究方法

実大実験は沖縄県浦添市西原にある（株）新洋の敷地内に建てた実験棟を使用して行った。実験棟の詳細及びその様子について図 3.1 と図 3.2 に示す。温度測定には T 型熱電対を使用し、プロペラ型風向風速計及び日射計を用いて、風速と日射量の測定も同時に行った。2 台のデータロガーを用いて記録し、全ての測定データを記録できた期間は 2006 年 10 月 18 日 15 時 10 分からである。

塗壁材料としてコーラル（南部石灰岩）、勝連トラバーチン、赤土を使用し、コンクリート外壁面に T 型熱電対を設置した後に各塗壁材料を塗布し、塗壁材料とコンクリートの境界面温度を測定した。

実験棟西側壁面の各塗壁材料表面、各塗壁材料下コンクリート面及び比較検討するためのコンクリート外側壁面、各塗壁材料及びコンクリート外側壁面の室内側コンクリート表面の計 11 点、実験棟北側壁面及び屋上スラブ面も同様に熱電対を設置し、合計 33 点で温度測定を行った。その他、外気温、風速、日射量を測定している。外気温は日射遮蔽した熱電対、風速は屋上へ上る足場パイプに設置したプロペラ型風向風速計、日射量は屋上面に置いたネオ型全天日射計を使用している。測定間隔はすべて 10 分である。測定ポイントの詳細を実験棟立面図及び壁と屋上の断面図に分けて図 3.3 と図 3.4 に示す。また、風速と日射の測定機器を図 3.5 に示す。

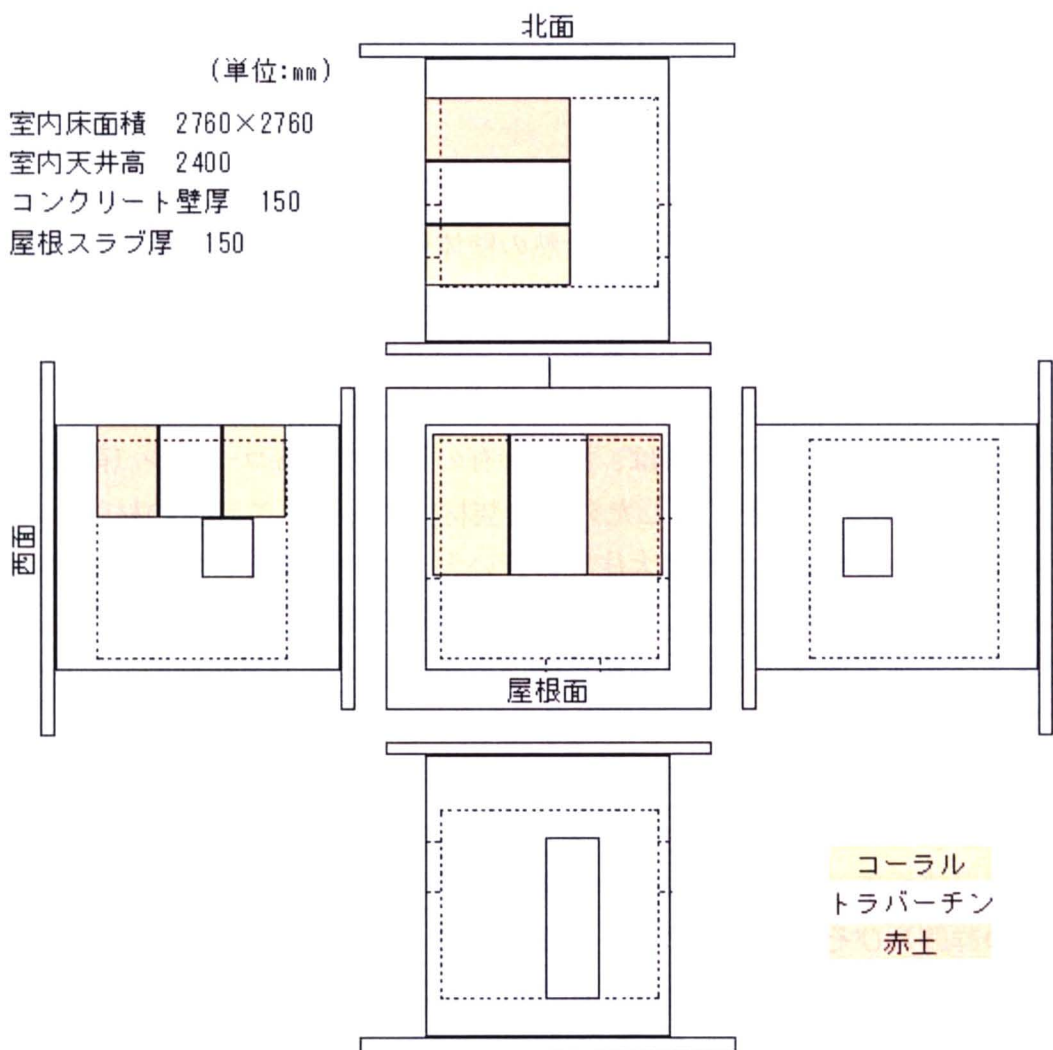


図 3.1 実験棟詳細



図 3.2 実験棟壁面及び屋根面の様子

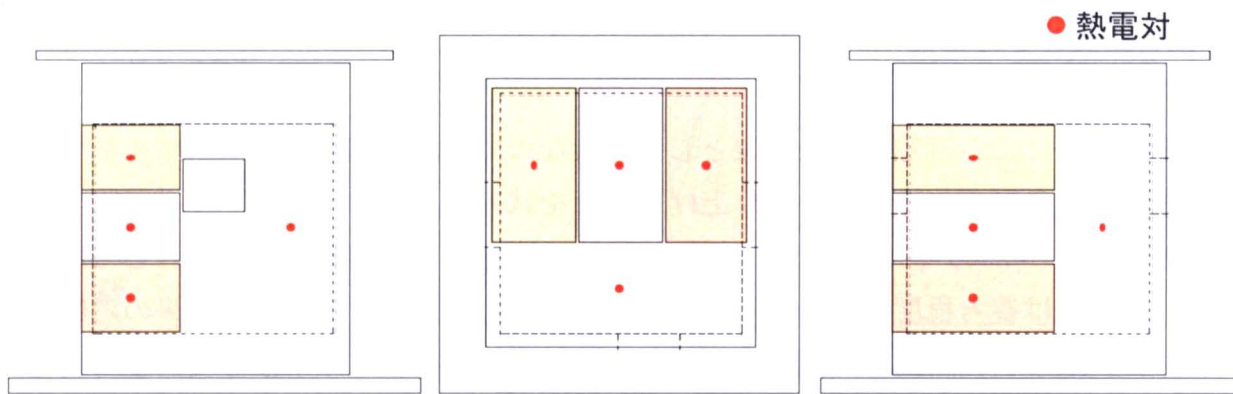


図 3.3 測定ポイント詳細（立面）

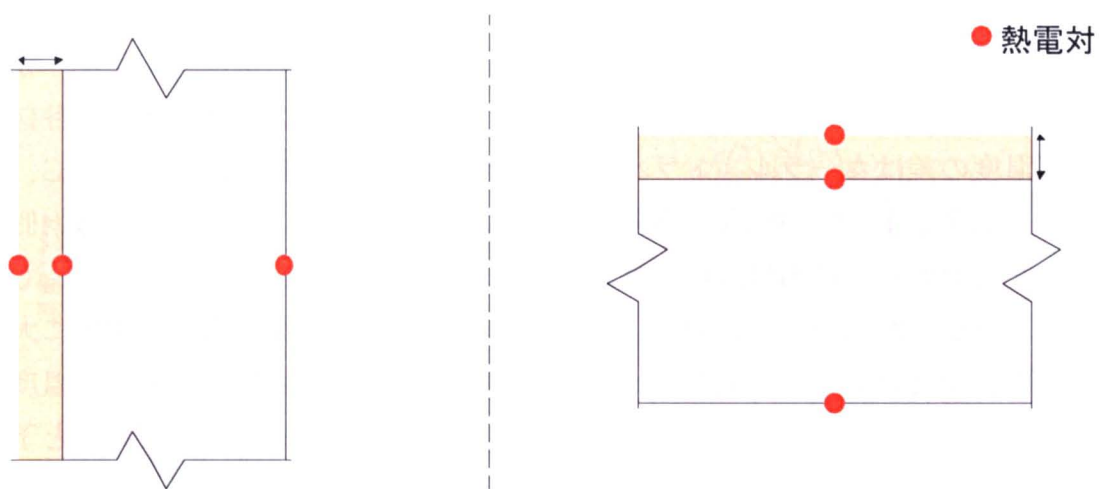


図 3.4 測定ポイント詳細（断面）



図 3.5 風速と日射量の測定状況

3. 測定結果とその考察

3.1 測定結果

各塗壁材料による遮熱効果を対象とした実験なので、測定期間の中から晴天日で測定した日積算日射量の多い日を取り上げて解析を試みる。

日射量の多い2006年10月19日、2006年10月21日を晴天日のデータとして取り上げ、雨の日は参考程度に2006年10月30日を用いて解析する。実験結果の考察として、各塗壁材料表面温度の経時変化、各塗壁材料下コンクリート面温度の経時変化及び室内側コンクリート表面温度の経時変化を西面、北面、屋根面で日別に図3.6～図3.32に、各塗壁材料表面とコンクリート面との温度差の経時変化を外側と室内側で日別に図3.33～図3.50にそれぞれ示す。

各塗壁材料を比較すると、トラバーチンが最も遮熱効果が高く、次にコーラル、赤土の順となった。晴天日2日間のデータを平均すると、外側のコンクリート面と各材料の表面最高温度の差はコーラル、トラバーチン、赤土の順に西面が2.5℃、5.4℃、1.4℃、北面が0.8℃、1.2℃、0.5℃、屋根面が6.8℃、8.2℃、3.8℃となり、室内側コンクリート面で比較した最高温度の差は西面が1.9℃、3.0℃、0.9℃、北面が0.2℃、1.4℃、1.0℃、屋根面が4.8℃、6.1℃、4.1℃となった。温度差は屋根面で非常に大きく、日射の影響を受けにくい北面では小さくなった。各材料下コンクリート面温度の経時変化を示した図を見ると、北面と屋根面において不正確な値になっていると予想できる。これは塗壁材料の熱電対上への塗布作業の影響で熱電対が破損したと考えられる。雨の日においては晴れの日同様に各塗壁材料で遮熱効果は出ているがその温度差はもともと影響の出やすい屋根面の最高で3℃程度、その他の面では約1、2℃となり、それほど高い効果を期待できるものではない。

晴天日2日間の西、北、屋根面での外側コンクリート表面及び各塗壁材料表面の最高温度、また、室内側の値も同様にその温度を記録した時間と日別に表3.1と表3.2に示し、測定期間から結果として取り上げた日の日射量及び風速のデータを図3.51～図3.53に示す。日射量の日合計は2006年10月19日が18.0MJ/m²、10月21日が17.7MJ/m²、雨天の10月30日が6.3MJ/m²である。

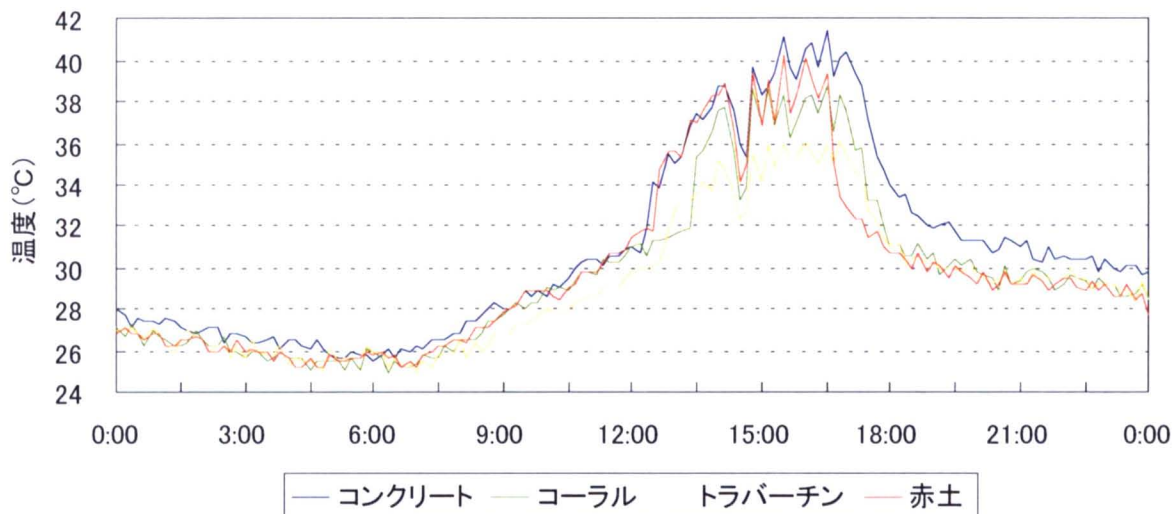


図 3.6 2006/10/19 各材料表面温度の経時変化（西面）

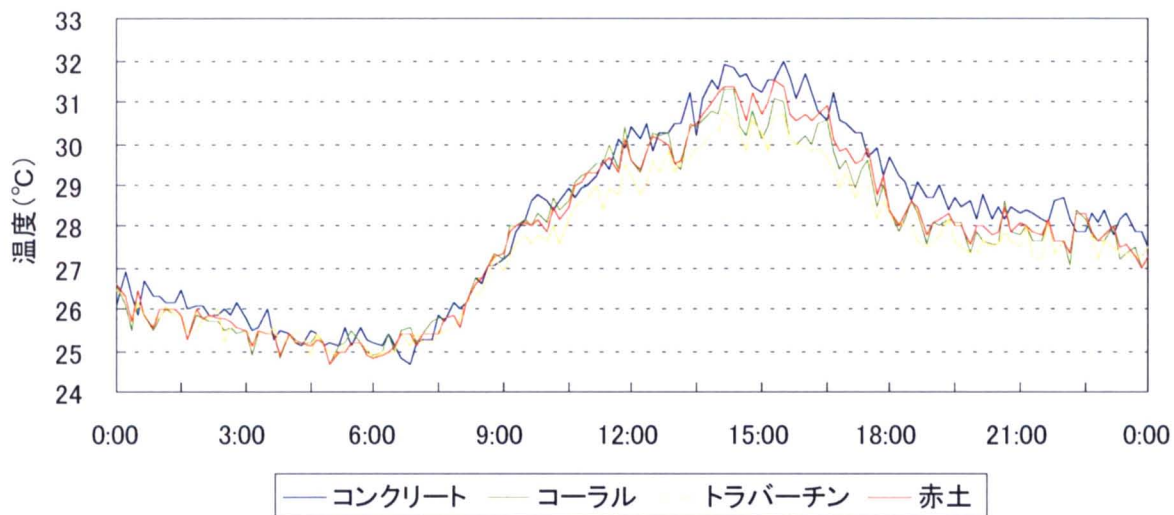


図 3.7 2006/10/19 各材料表面温度の経時変化（北面）

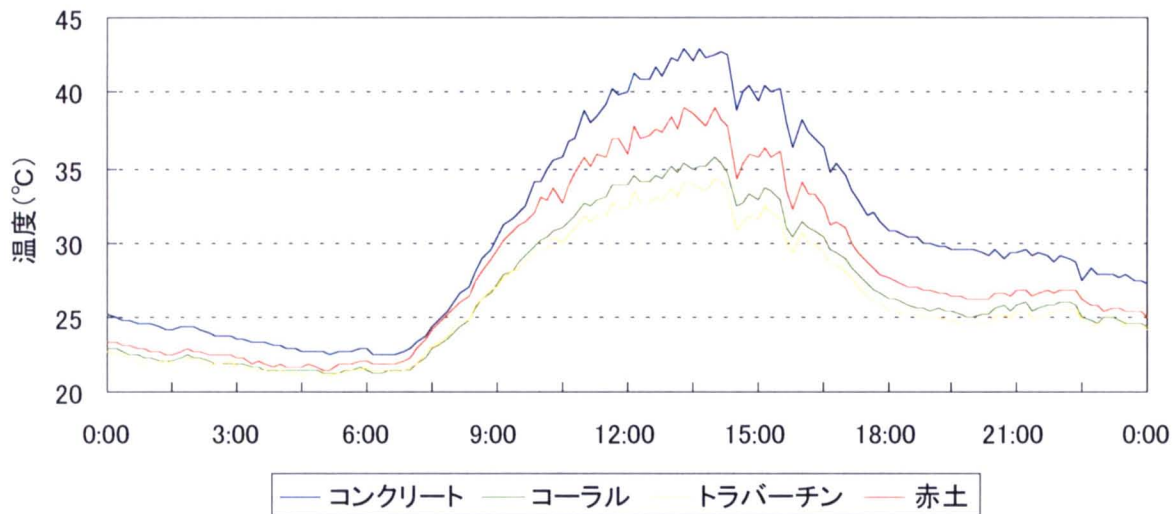


図 3.8 2006/10/19 各材料表面温度の経時変化（屋根面）

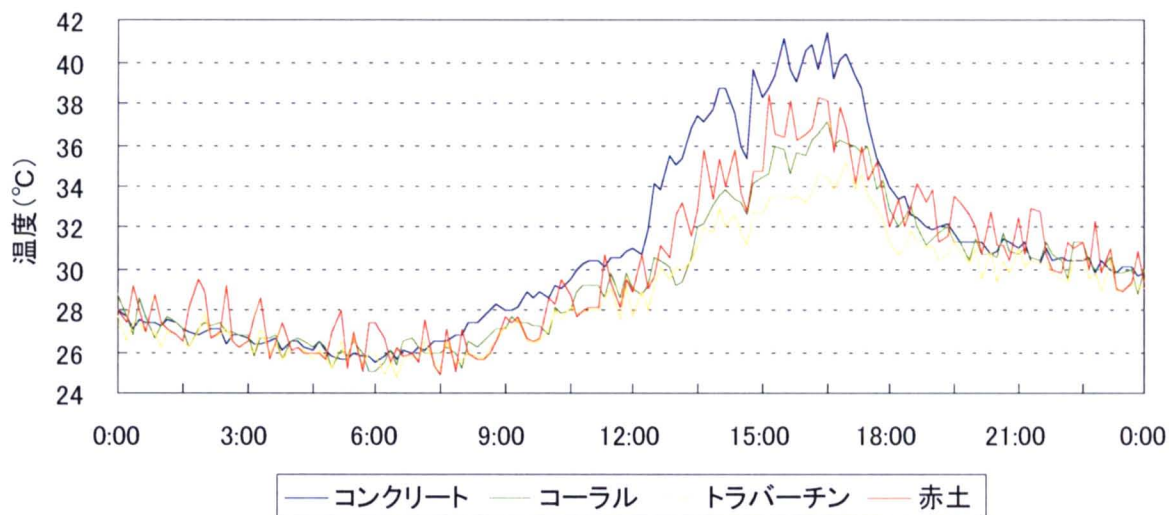


図 3.9 2006/10/19 各材料下コンクリート面温度の経時変化（西面）

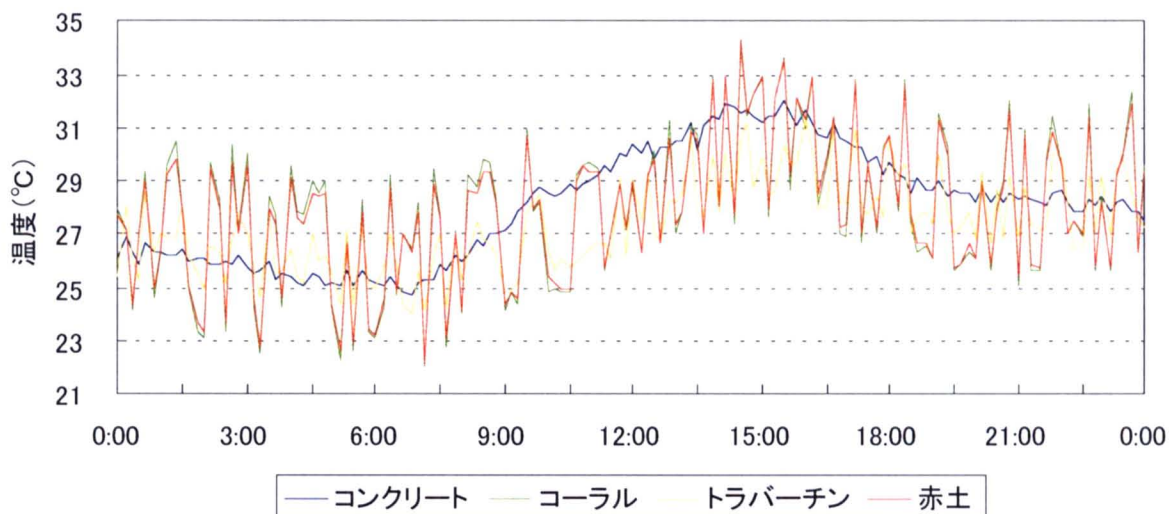


図 3.10 2006/10/19 各材料下コンクリート面温度の経時変化（北面）

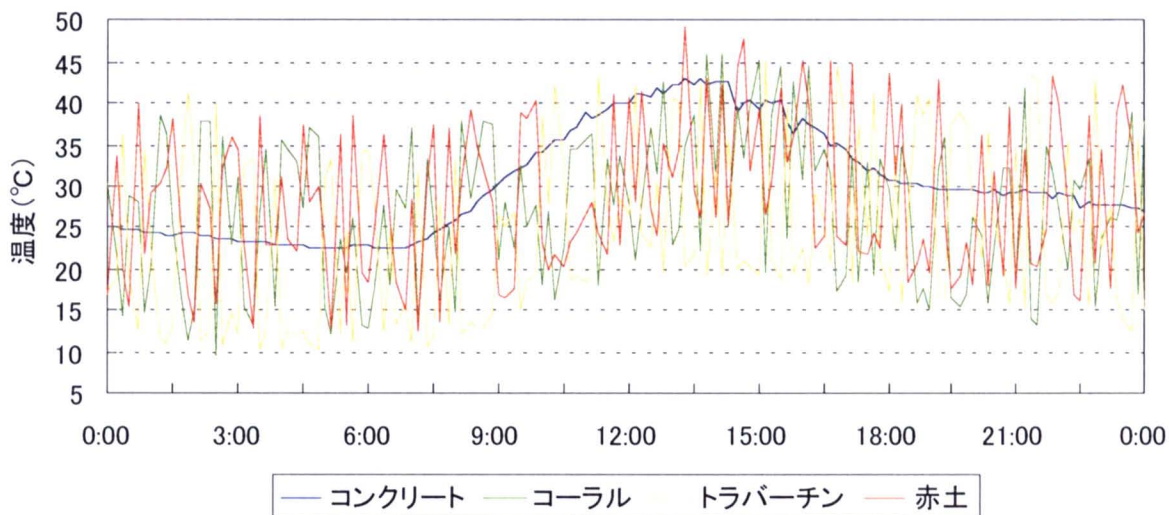


図 3.11 2006/10/19 各材料下コンクリート面温度の経時変化（屋根面）

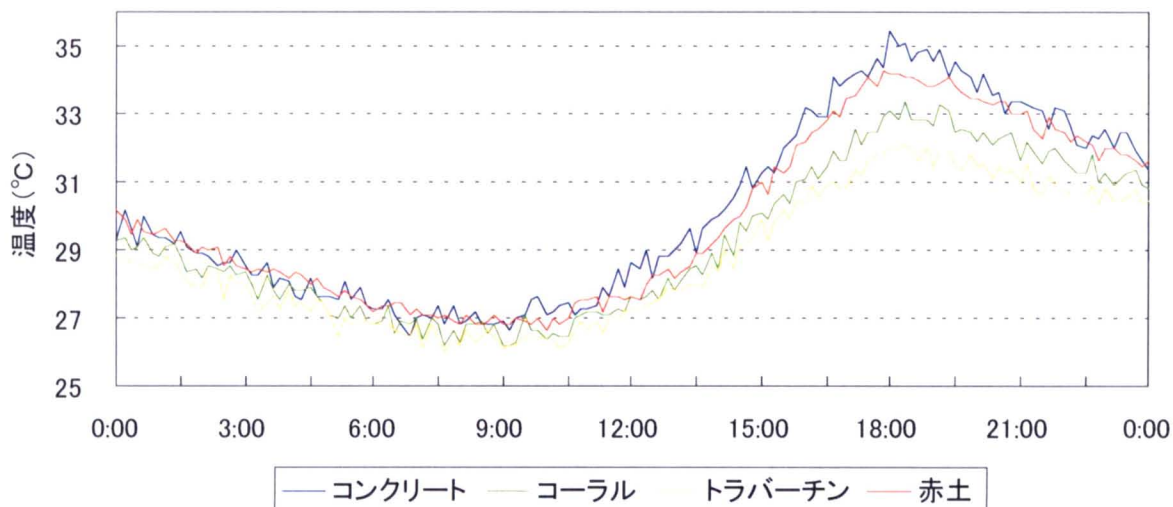


図 3.12 2006/10/19 室内側コンクリート表面温度の経時変化（西側）

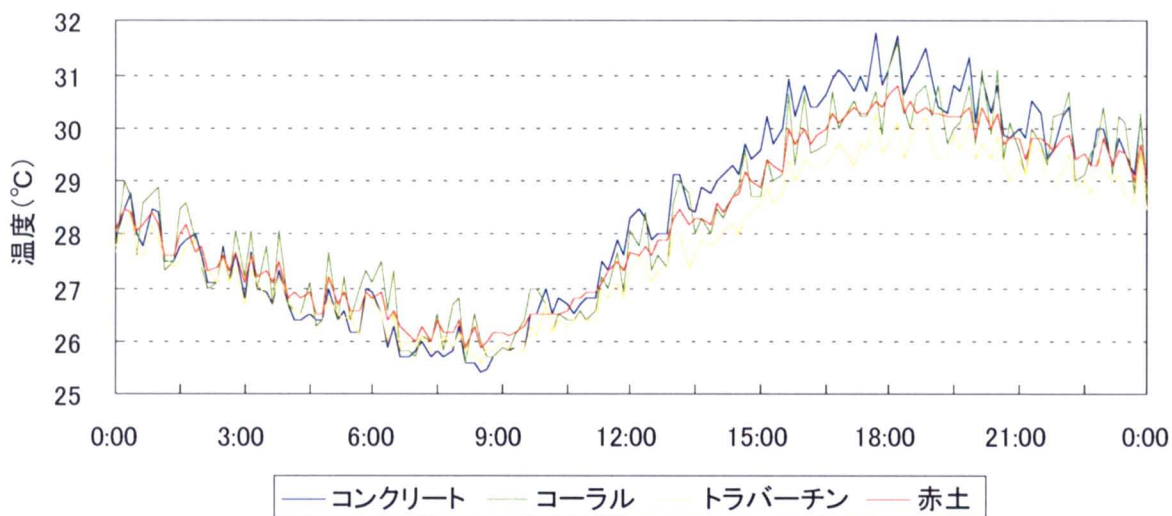


図 3.13 2006/10/19 室内側コンクリート表面温度の経時変化（北側）

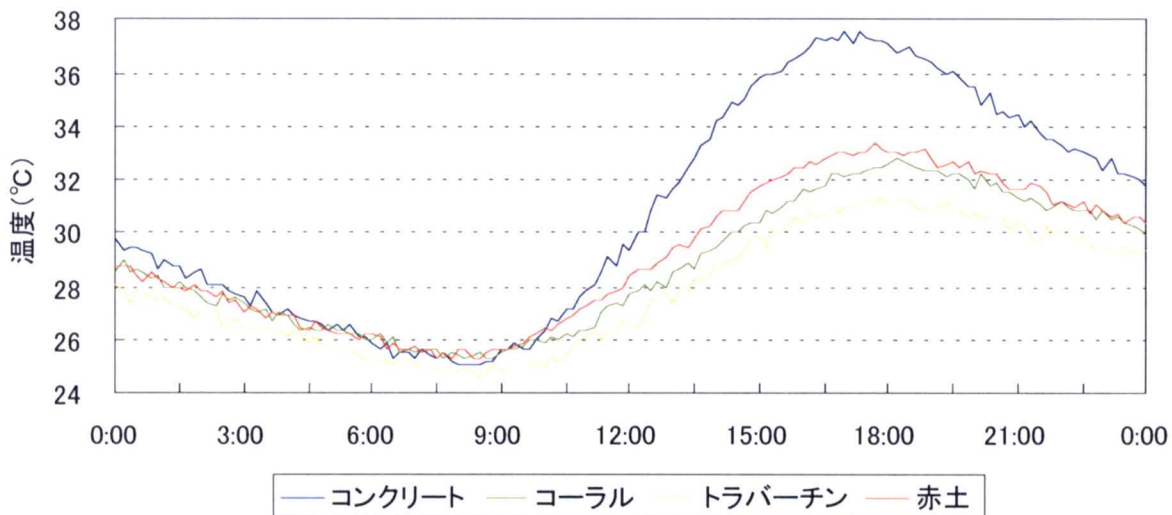


図 3.14 2006/10/19 室内側コンクリート表面温度の経時変化（屋根面）

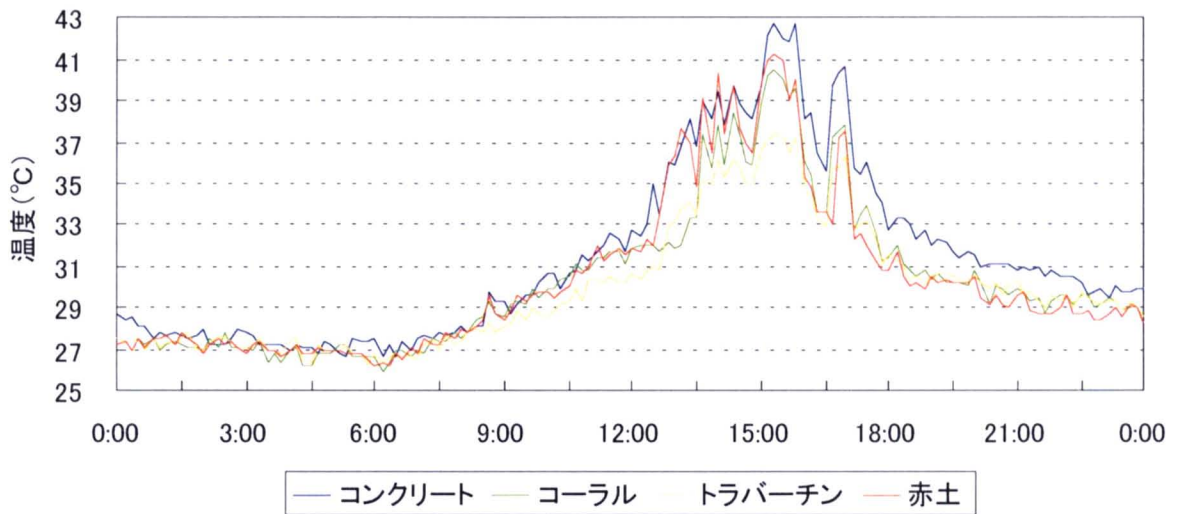


図 3.15 2006/10/21 各材料表面温度の経時変化 (西面)

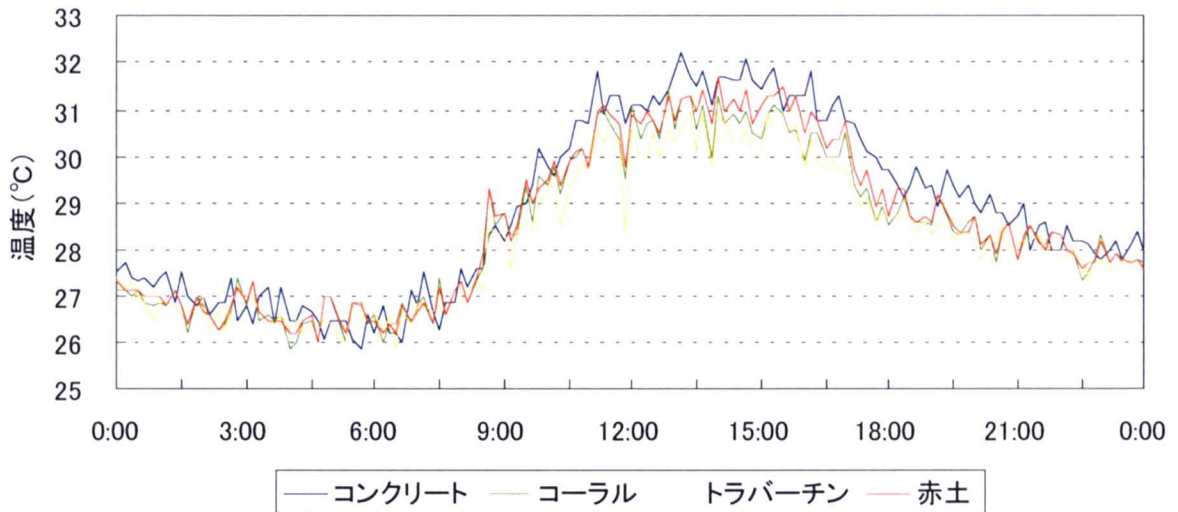


図 3.16 2006/10/21 各材料表面温度の経時変化 (北面)

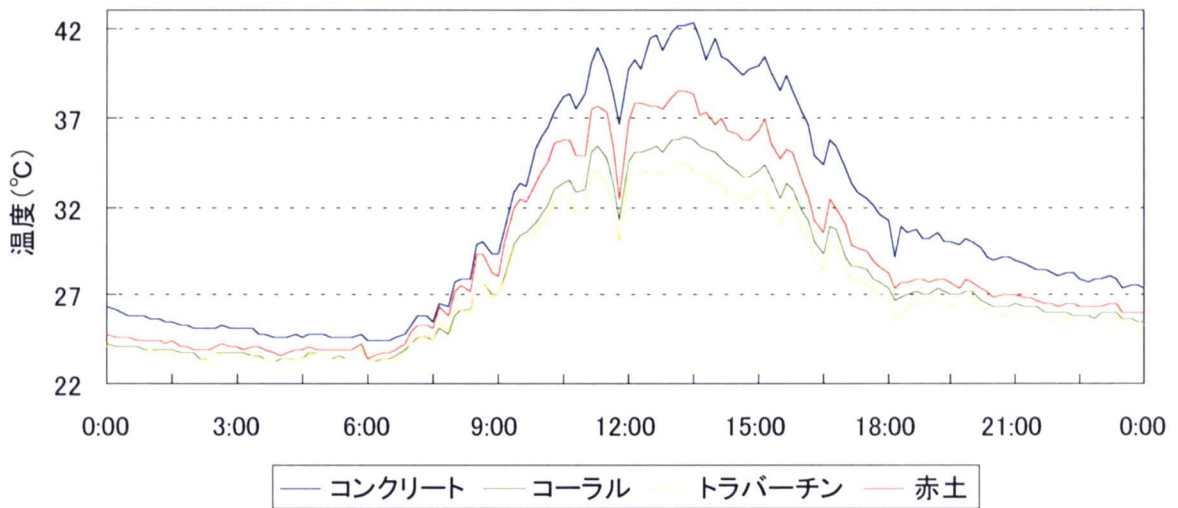


図 3.17 2006/10/21 各材料表面温度の経時変化 (屋根面)

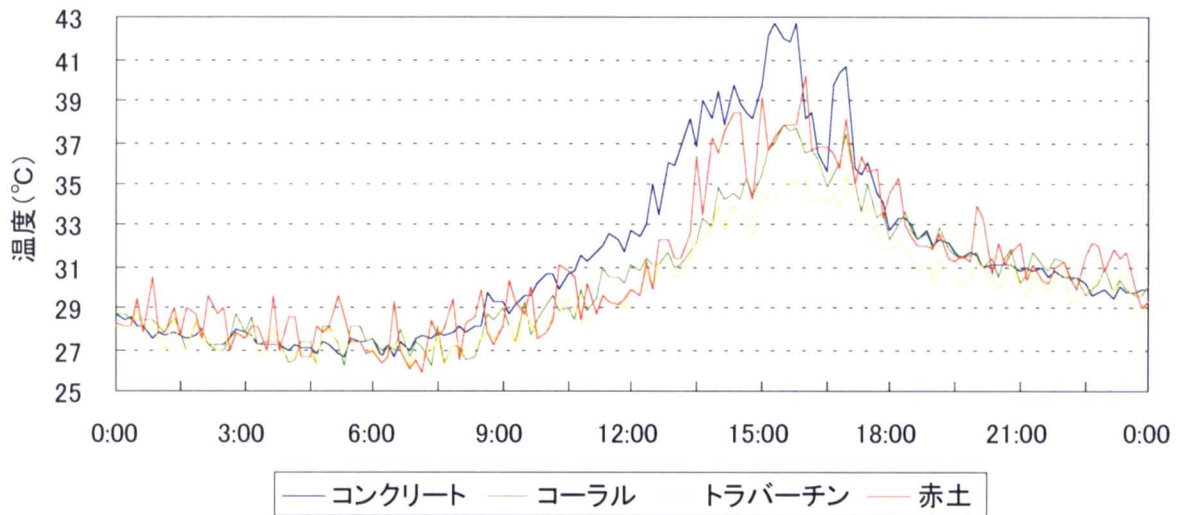


図 3.18 2006/10/21 各材料下コンクリート面温度の経時変化（西面）

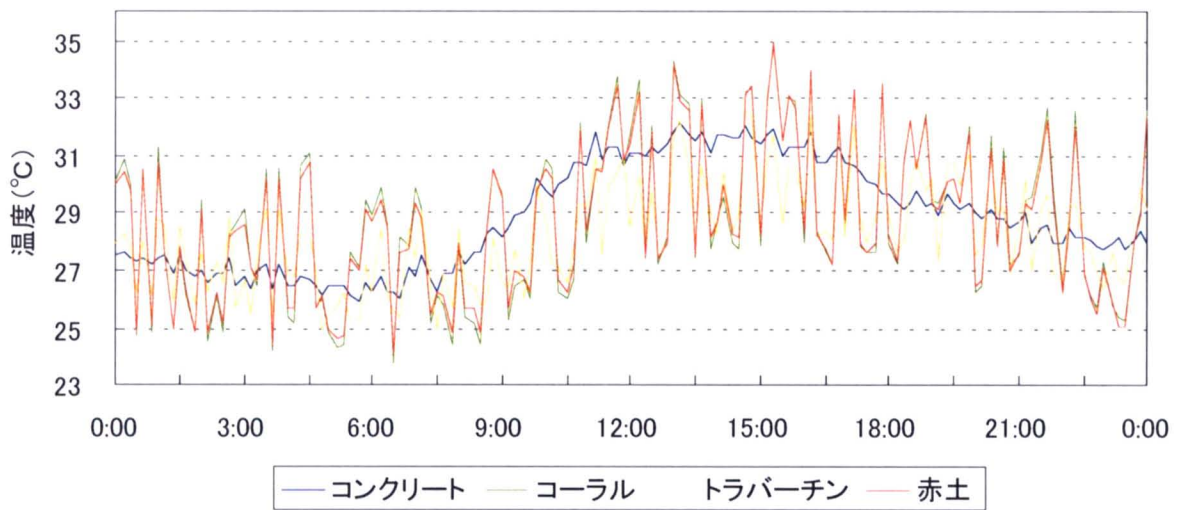


図 3.19 2006/10/21 各材料下コンクリート面温度の経時変化（北面）

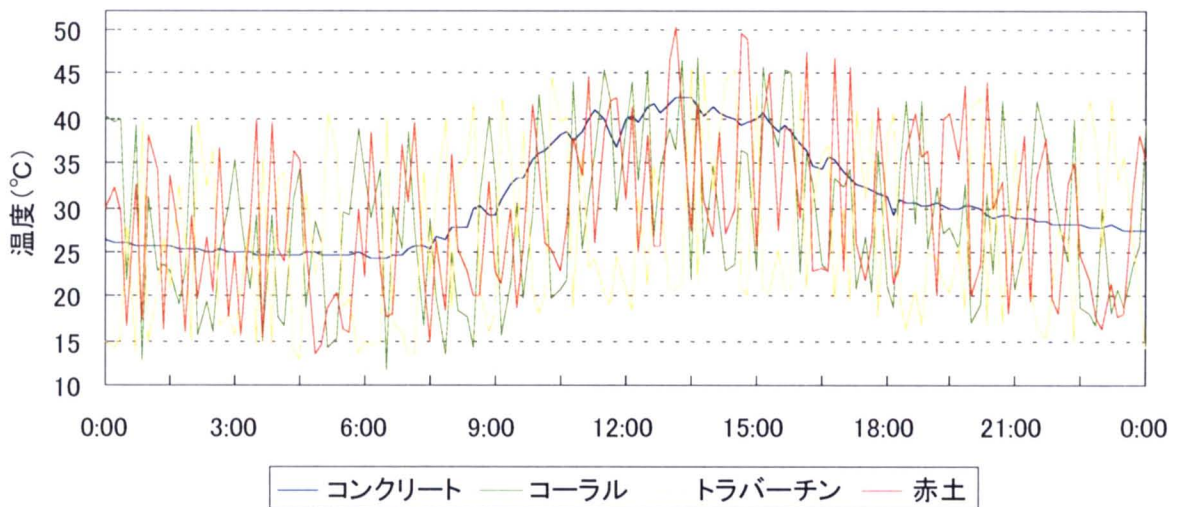


図 3.20 2006/10/21 各材料下コンクリート面温度の経時変化（屋根面）

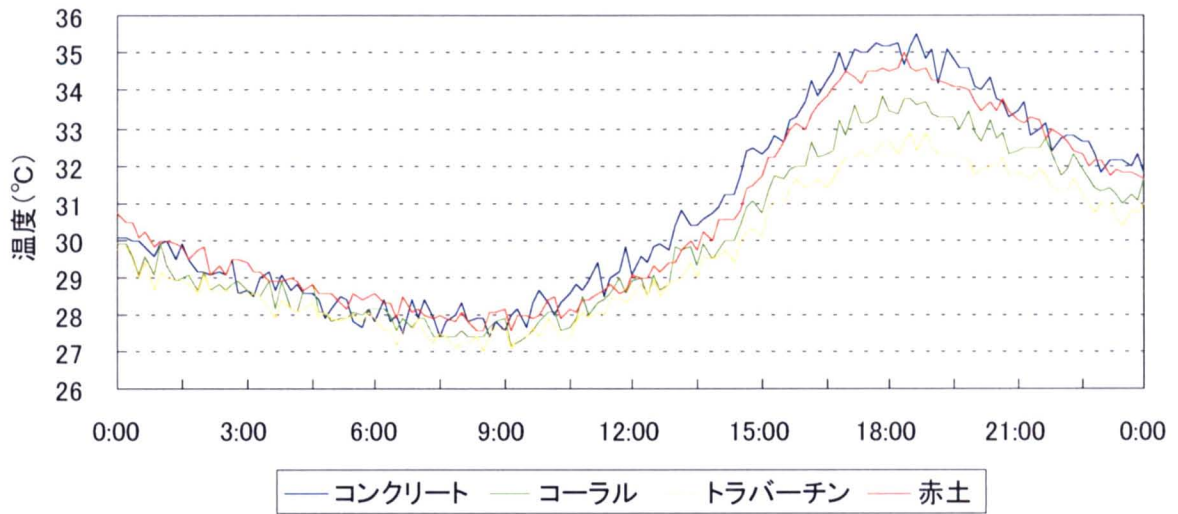


図 3.21 2006/10/21 室内側コンクリート表面温度の経時変化（西面）

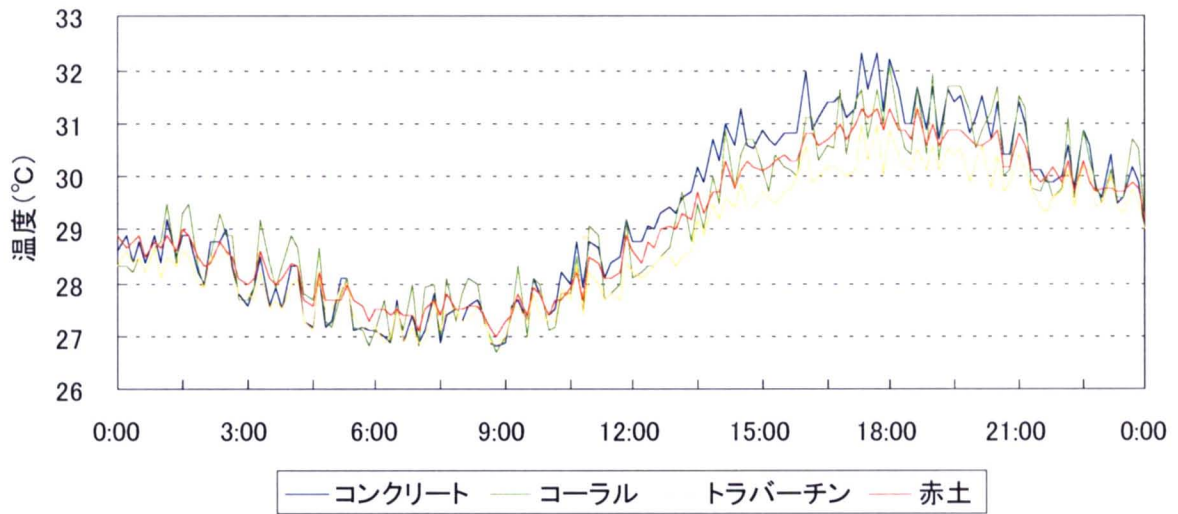


図 3.22 2006/10/21 室内側コンクリート表面温度の経時変化（北面）

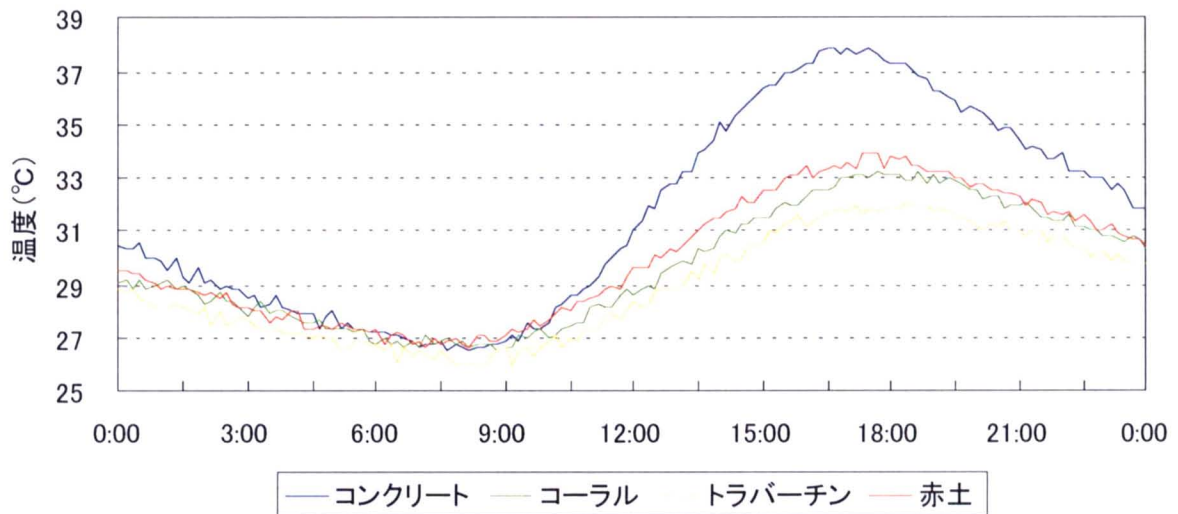


図 3.23 2006/10/21 室内側コンクリート表面温度の経時変化（屋根面）

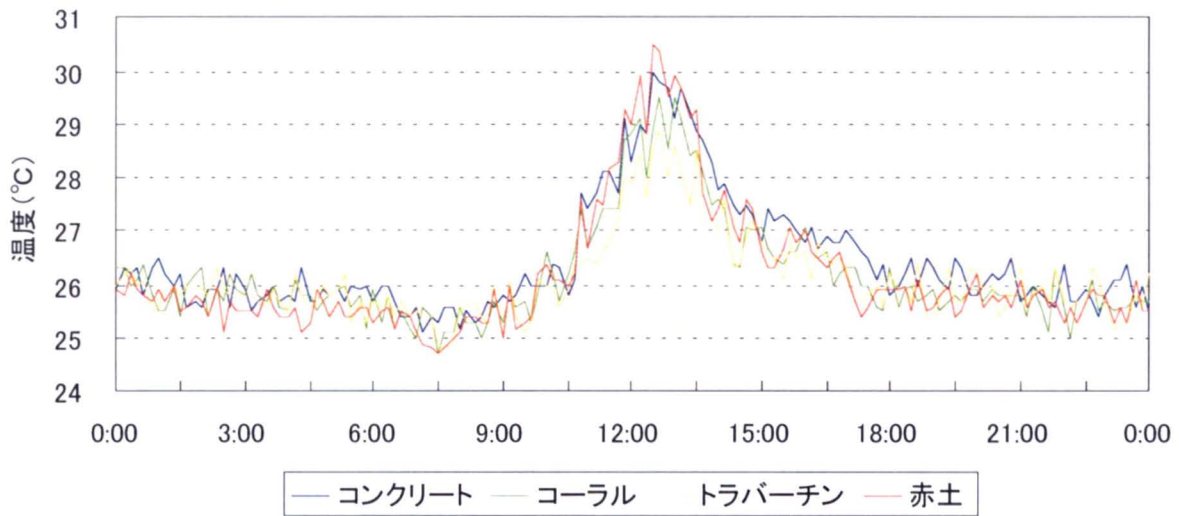


図 3.24 2006/10/30 (雨) 各材料表面温度の経時変化 (西面)

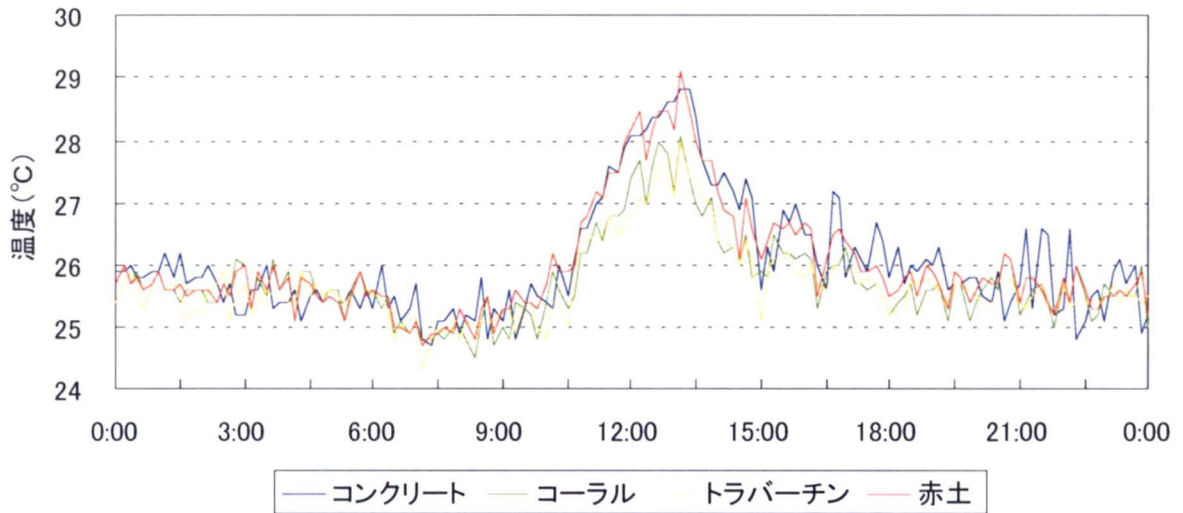


図 3.25 2006/10/30 (雨) 各材料表面温度の経時変化 (北面)

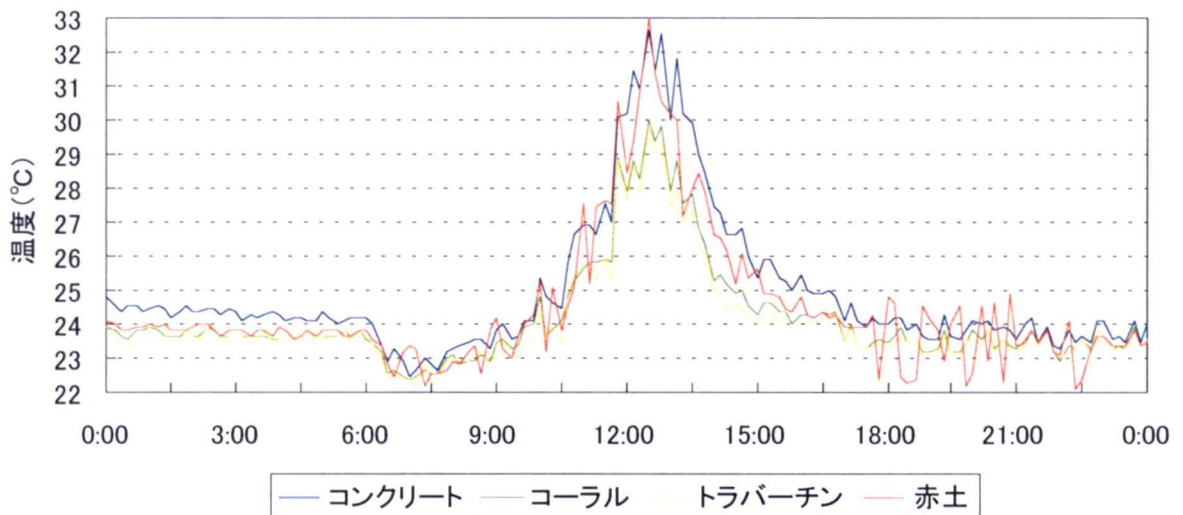


図 3.26 2006/10/30 (雨) 各材料表面温度の経時変化 (屋根面)

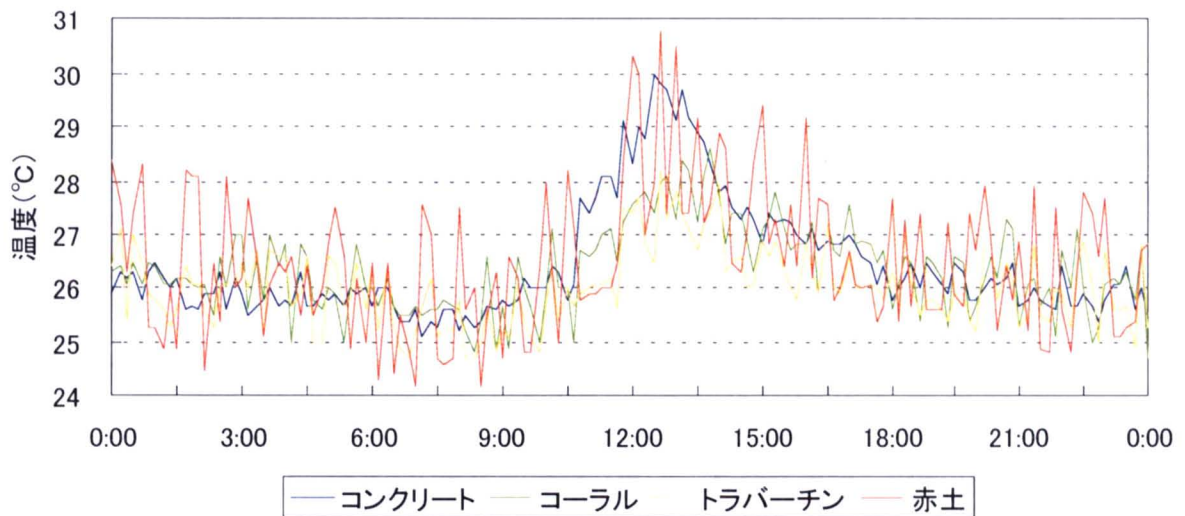


図 3.27 2006/10/30 (雨) 各材料下コンクリート面温度の経時変化 (西面)

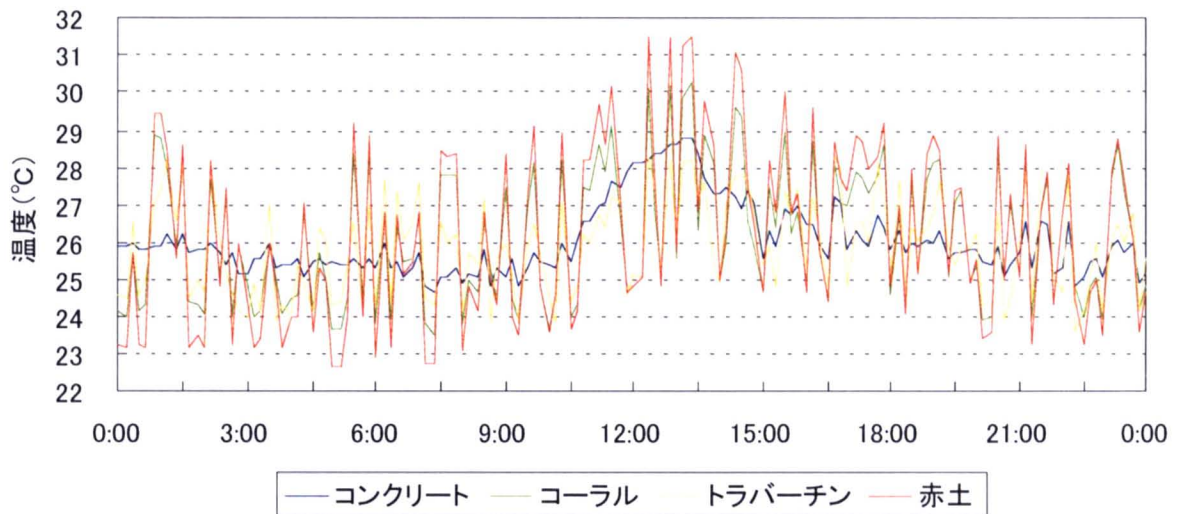


図 3.28 2006/10/30 (雨) 各材料下コンクリート面温度の経時変化 (北面)

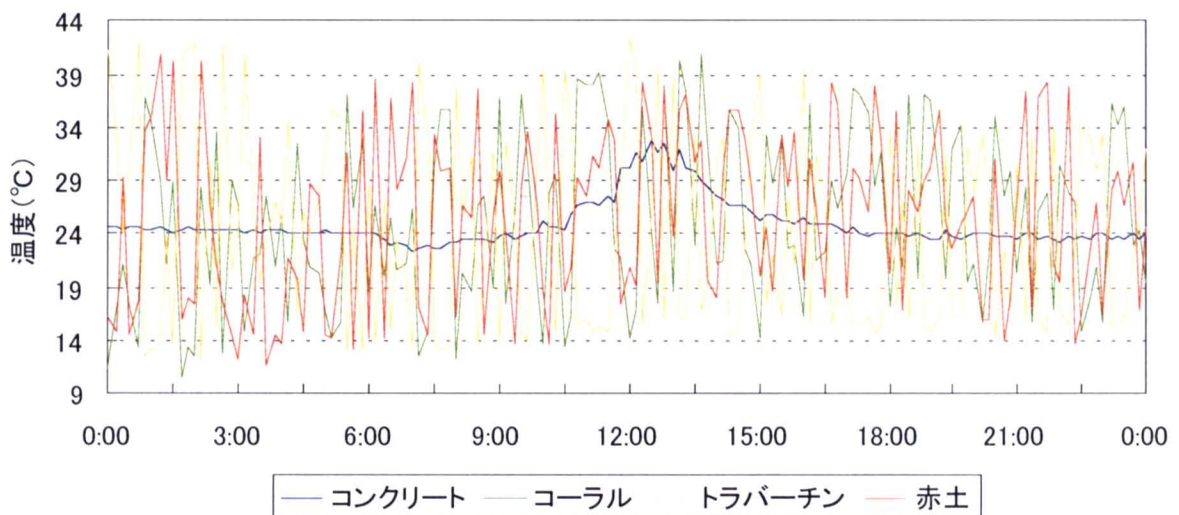


図 3.29 2006/10/30 (雨) 各材料下コンクリート面温度の経時変化 (屋根面)

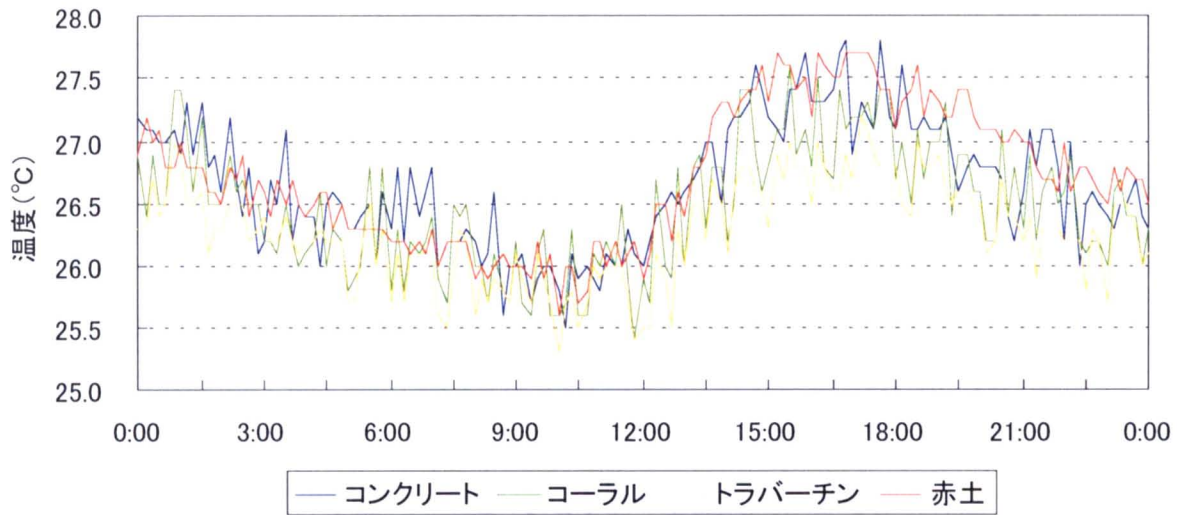


図 3.30 2006/10/30 (雨) 室内側コンクリート表面温度の経時変化 (西面)

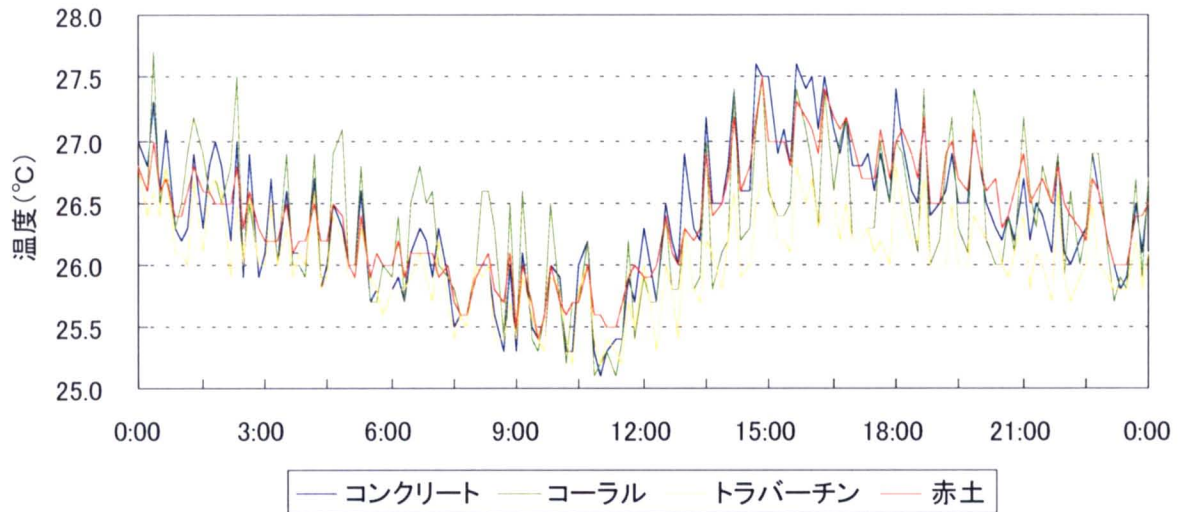


図 3.31 2006/10/30 (雨) 室内側コンクリート表面温度の経時変化 (北面)

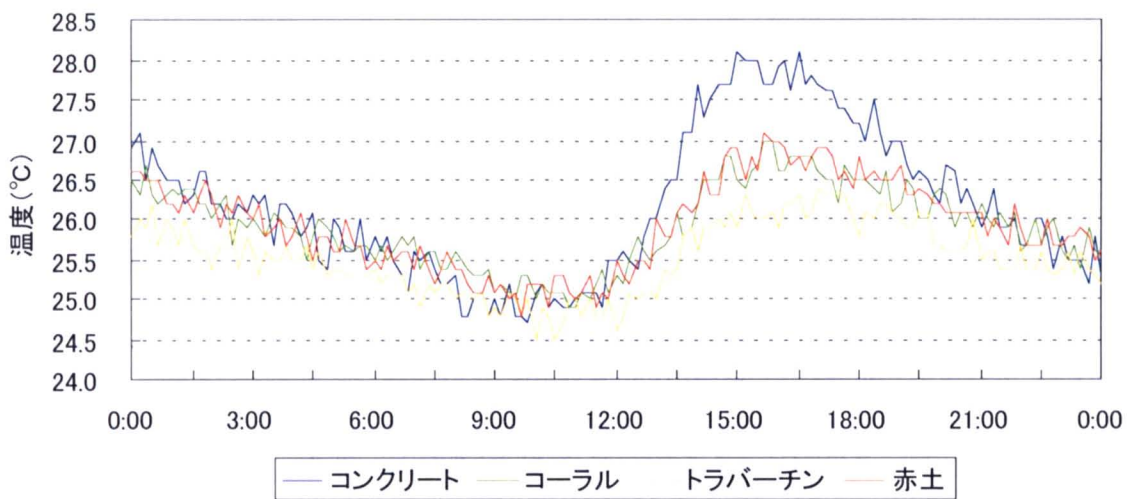


図 3.32 2006/10/30 (雨) 室内側コンクリート表面温度の経時変化 (屋根面)

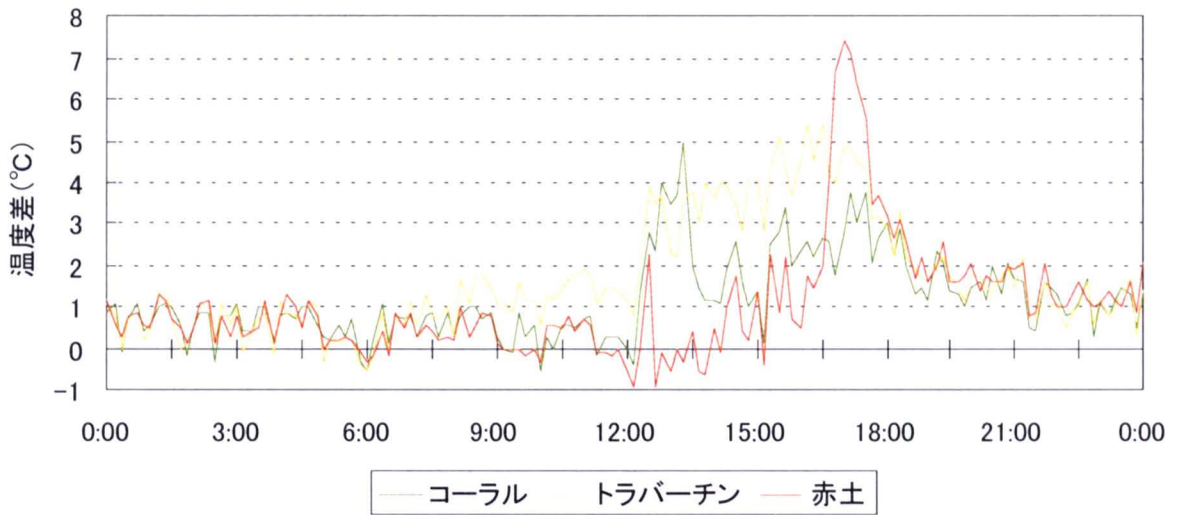


図 3.33 2006/10/19 コンクリート面—各材料表面温度の経時変化（西面）

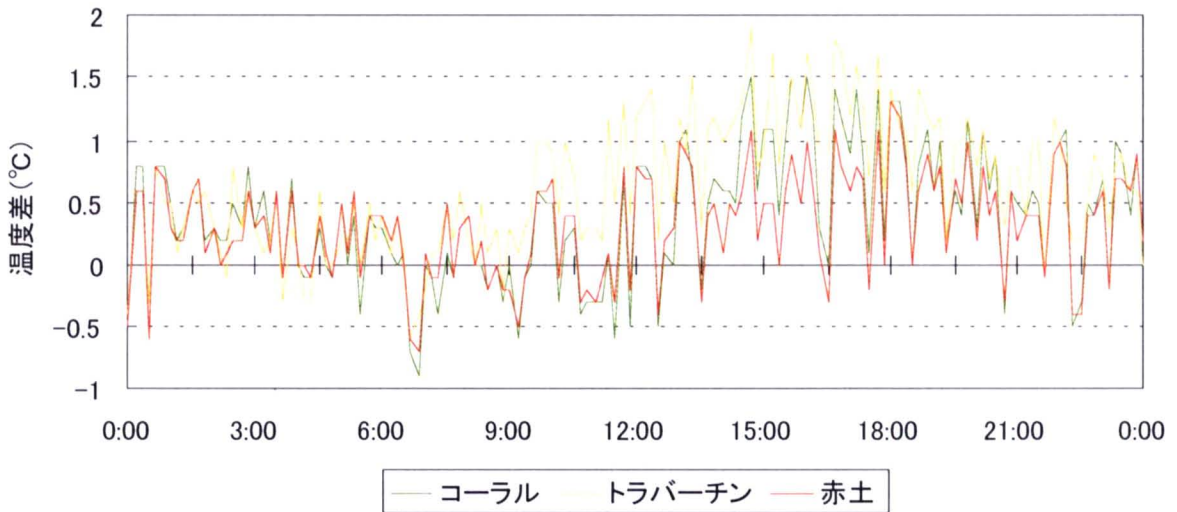


図 3.34 2006/10/19 コンクリート面—各材料表面温度の経時変化（北面）

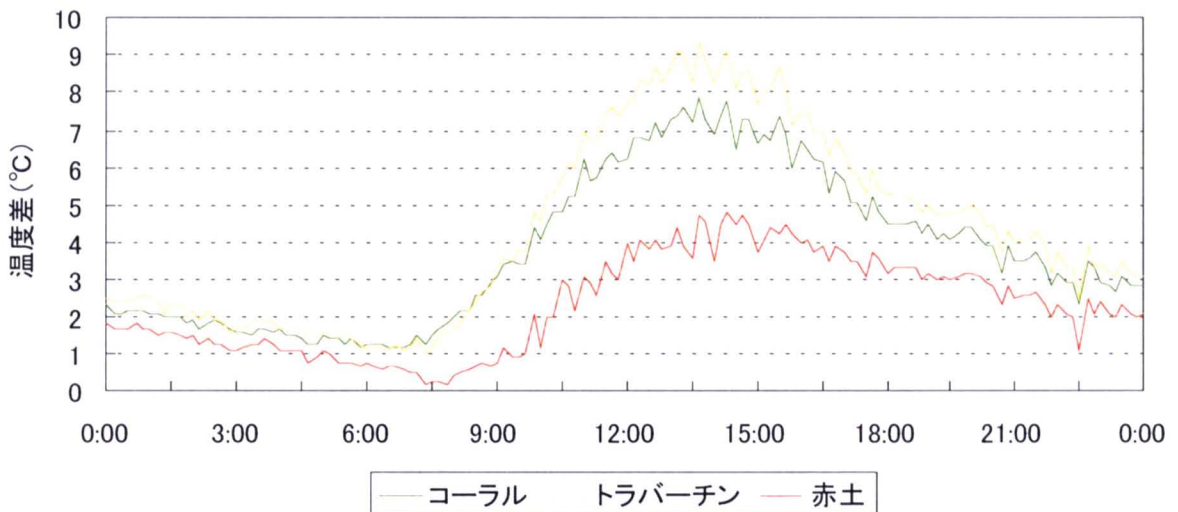


図 3.35 2006/10/19 コンクリート面—各材料表面温度の経時変化（屋根面）

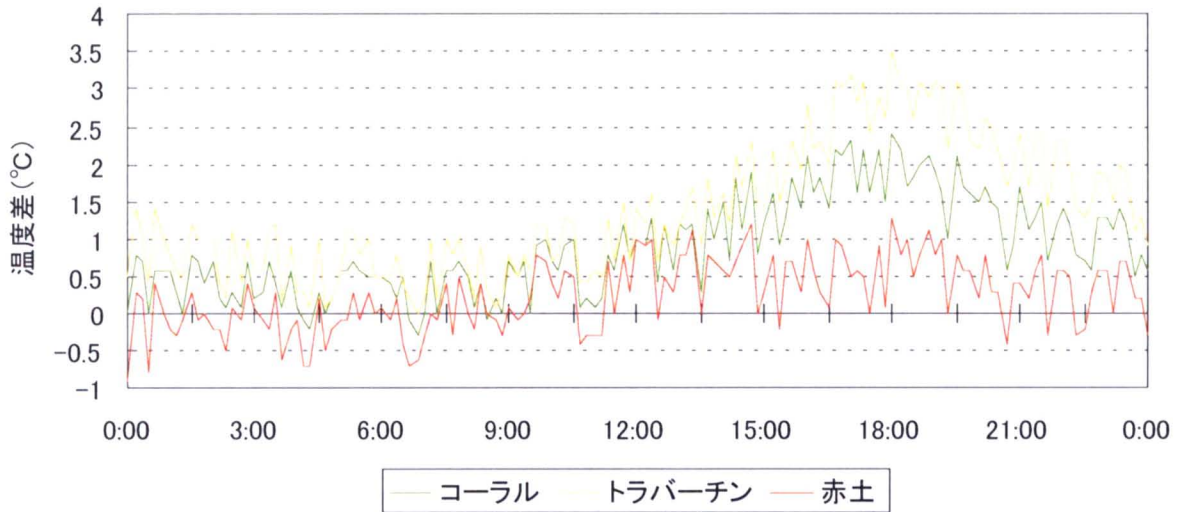


図 3.36 2006/10/19 コンクリート面—各材料面温度(室内側)の経時変化 (西面)

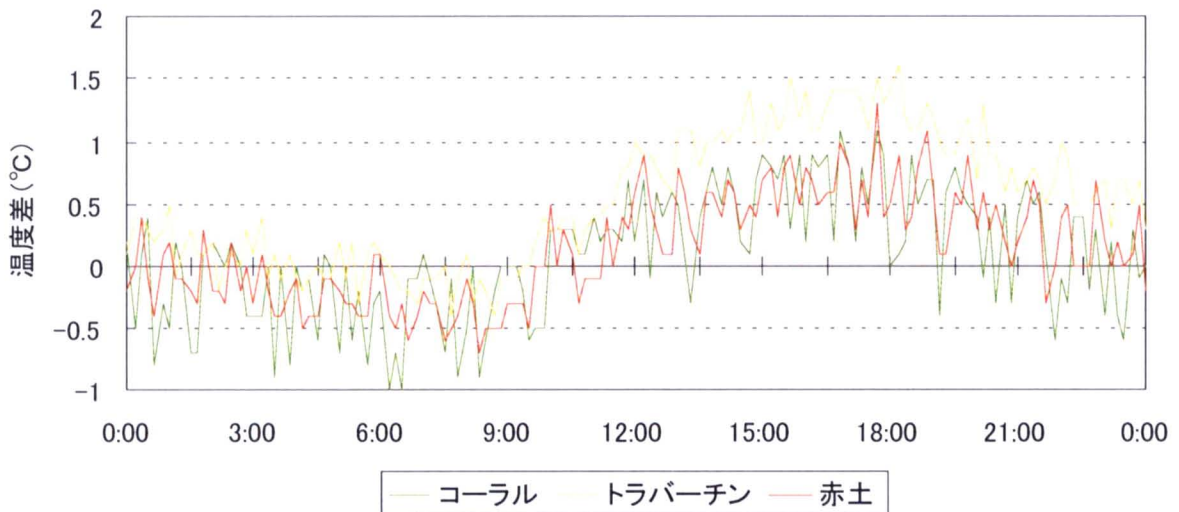


図 3.37 2006/10/19 コンクリート面—各材料面温度(室内側)の経時変化 (北面)

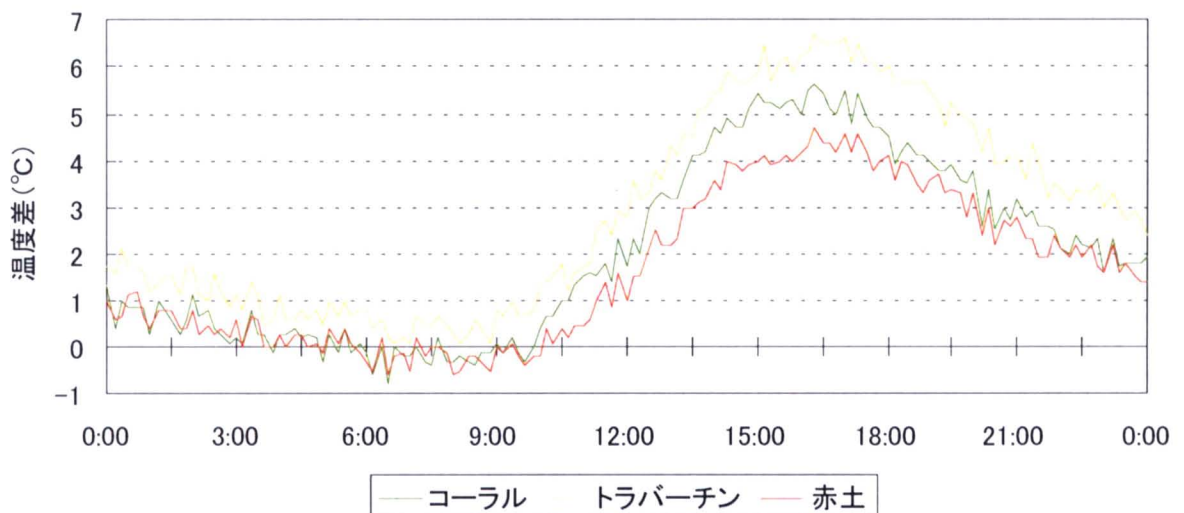


図 3.38 2006/10/19 コンクリート面—各材料面温度(室内側)の経時変化 (屋根面)

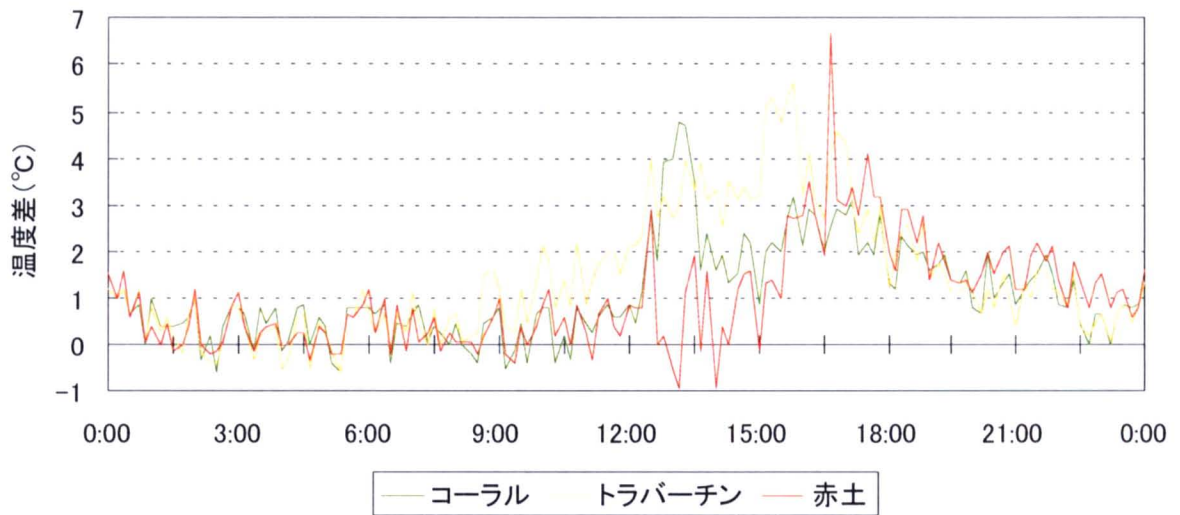


図 3.39 2006/10/21 コンクリート面—各材料表面温度の経時変化 (西面)

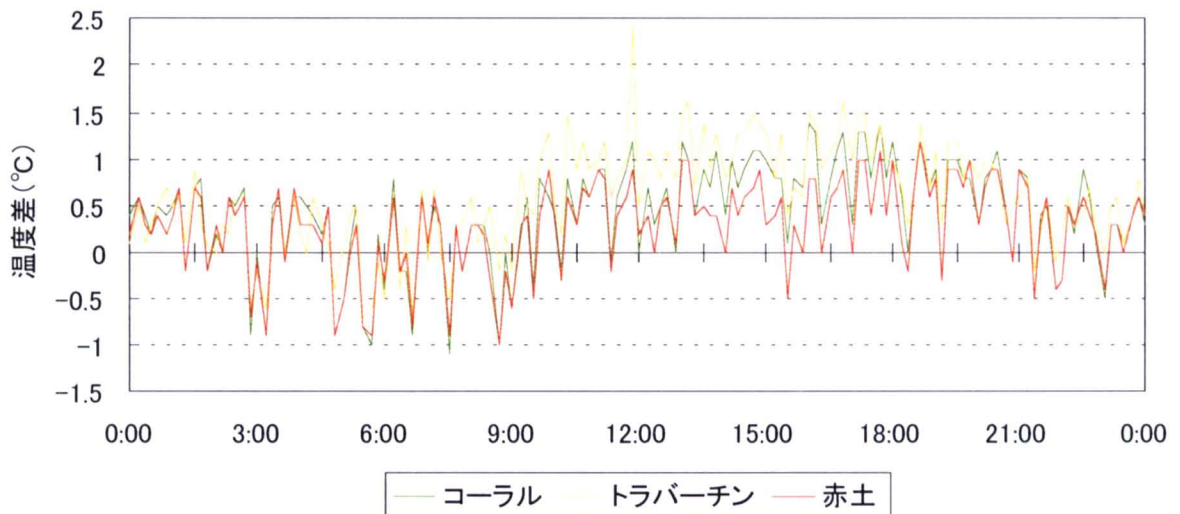


図 3.40 2006/10/21 コンクリート面—各材料表面温度の経時変化 (北面)

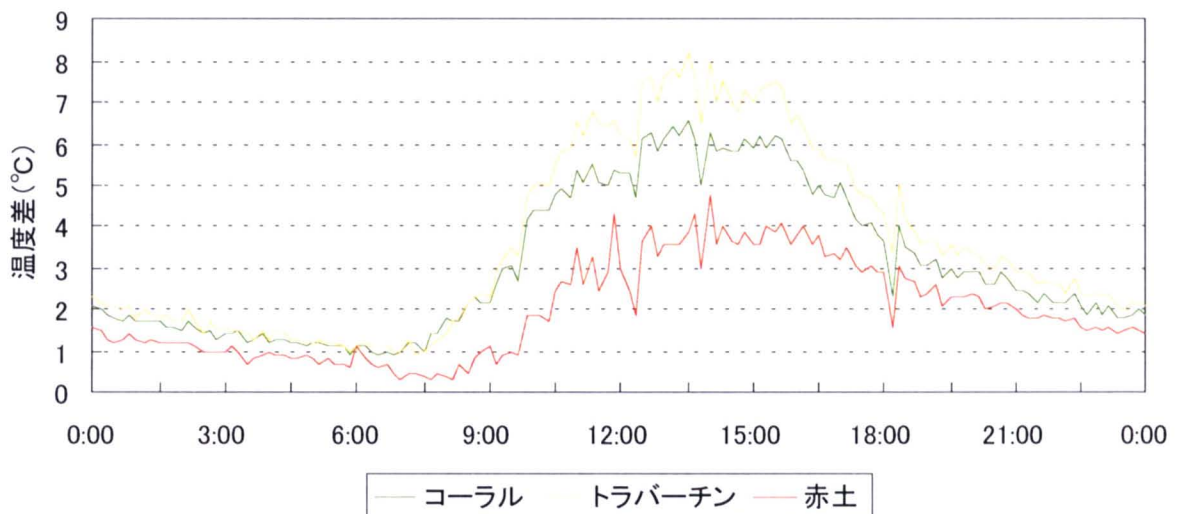


図 3.41 2006/10/21 コンクリート面—各材料表面温度の経時変化 (屋根面)

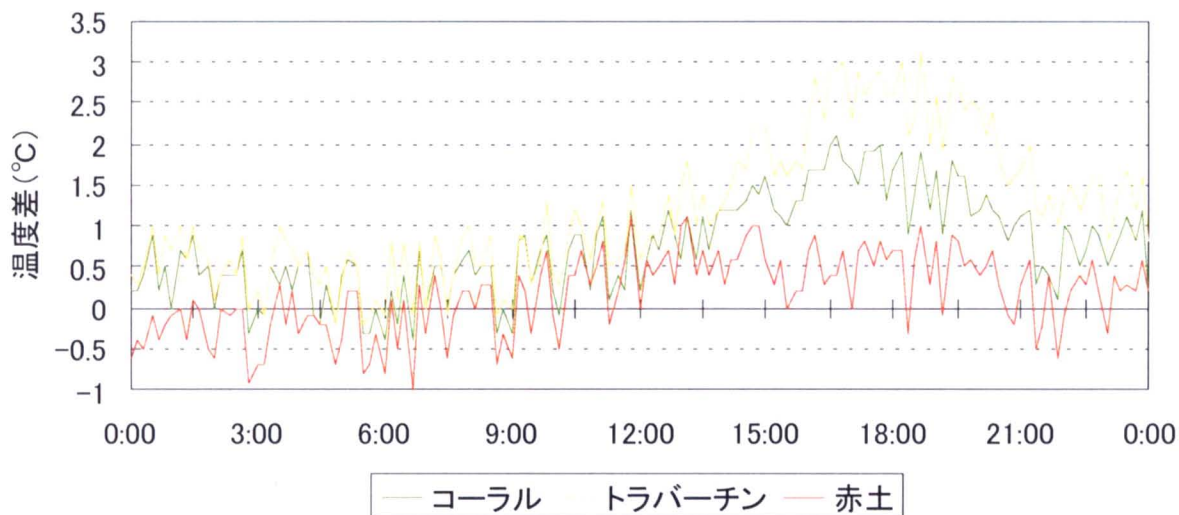


図 3.42 2006/10/21 コンクリート面—各材料面温度(室内側)の経時変化 (西面)

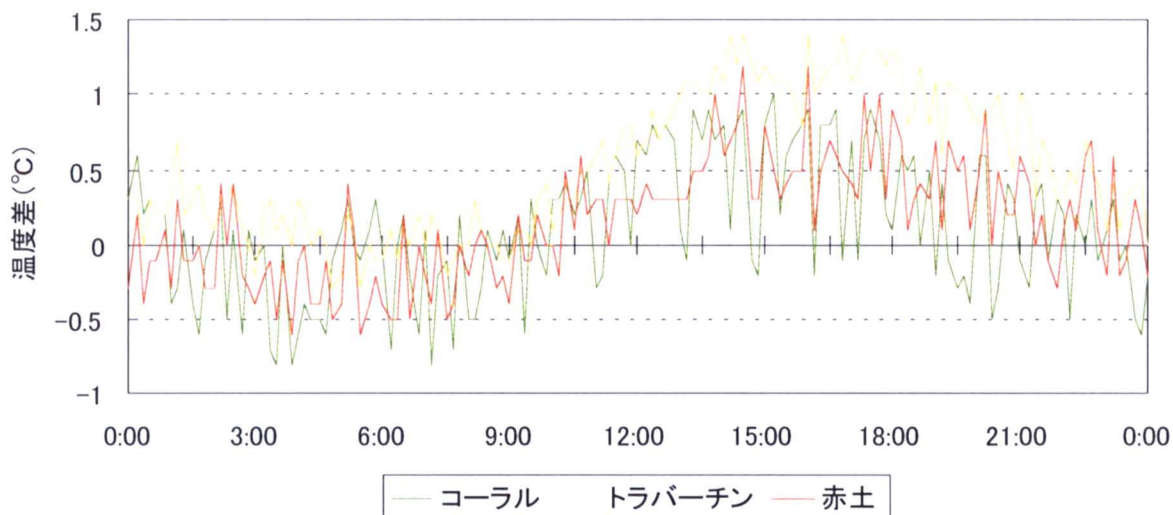


図 3.43 2006/10/21 コンクリート面—各材料面温度(室内側)の経時変化 (北面)

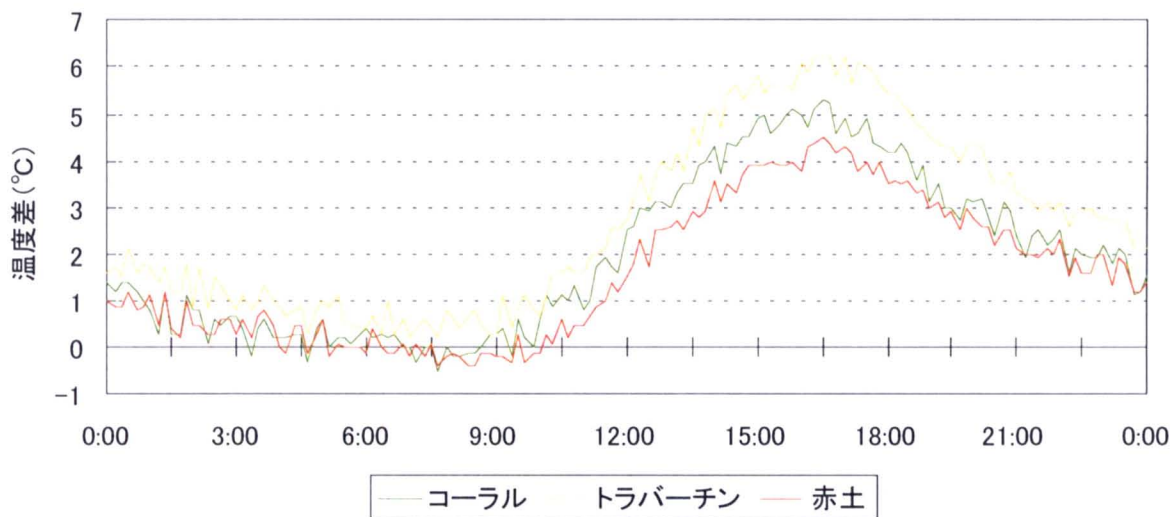


図 3.44 2006/10/21 コンクリート面—各材料面温度(室内側)の経時変化 (屋根面)

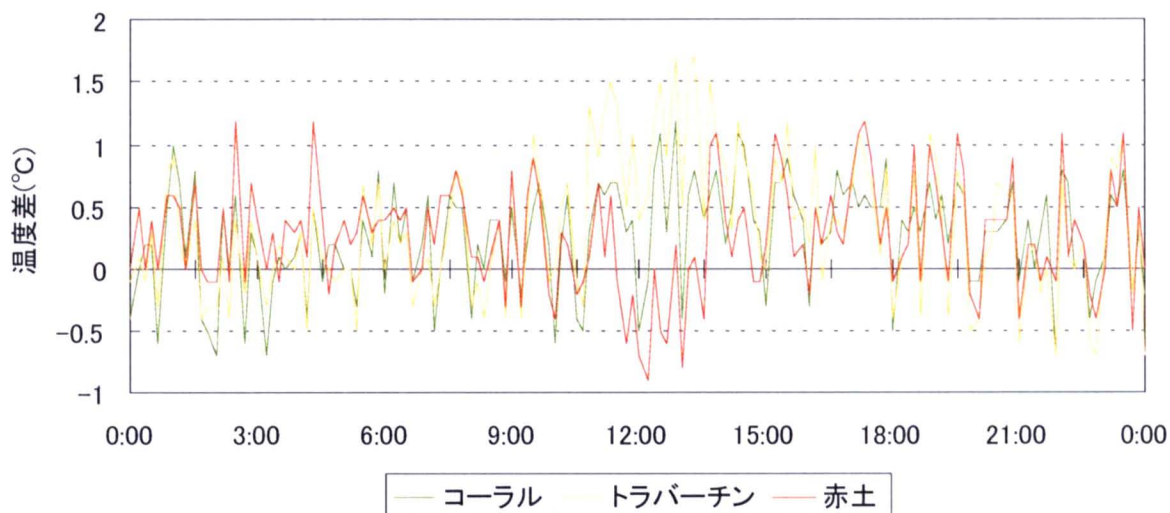


図 3.45 2006/10/30 (雨) コンクリート面—各材料表面温度の経時変化 (西面)

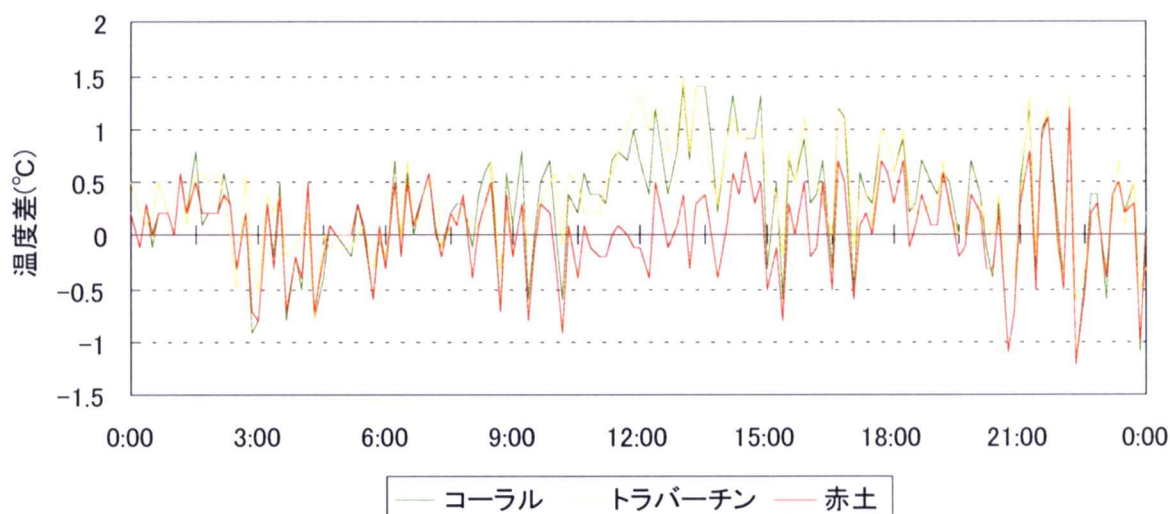


図 3.46 2006/10/30 (雨) コンクリート面—各材料表面温度の経時変化 (北面)

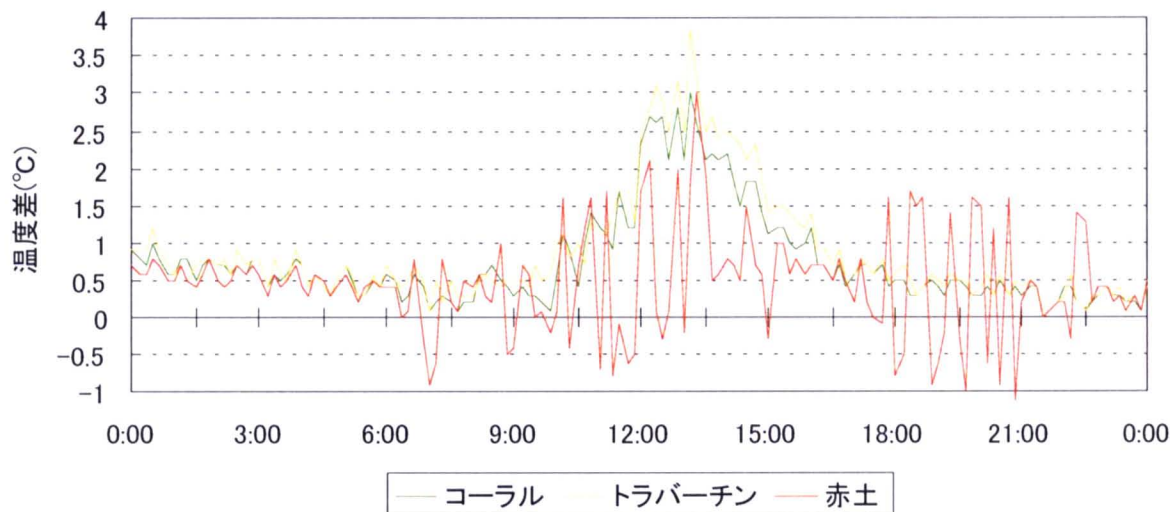


図 3.47 2006/10/30 (雨) コンクリート面—各材料表面温度の経時変化 (屋根面)

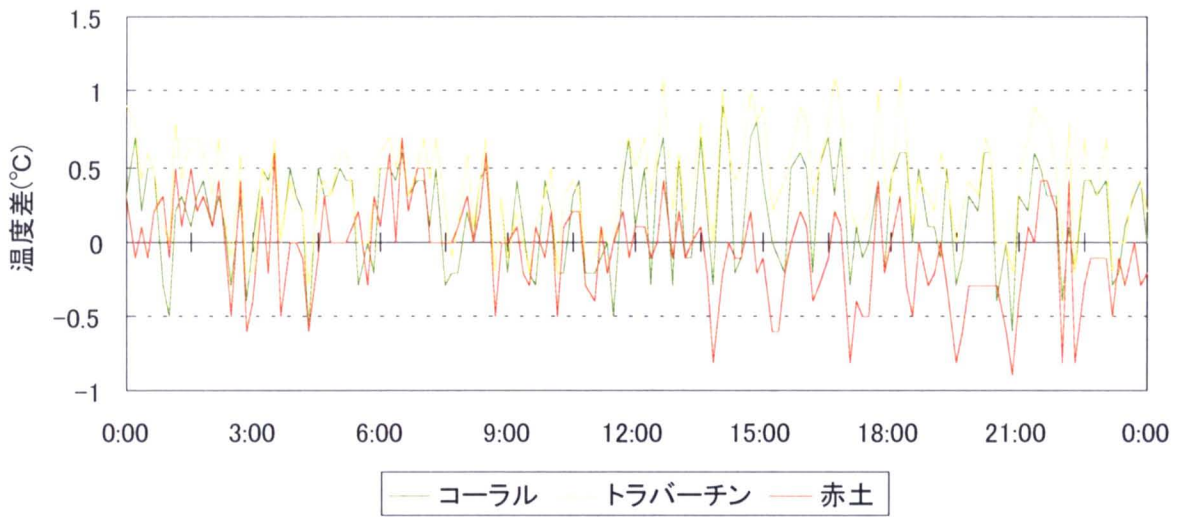


図 3.48 2006/10/30 (雨) コンクリート面—各材料面温度(室内側)の経時変化 (西面)

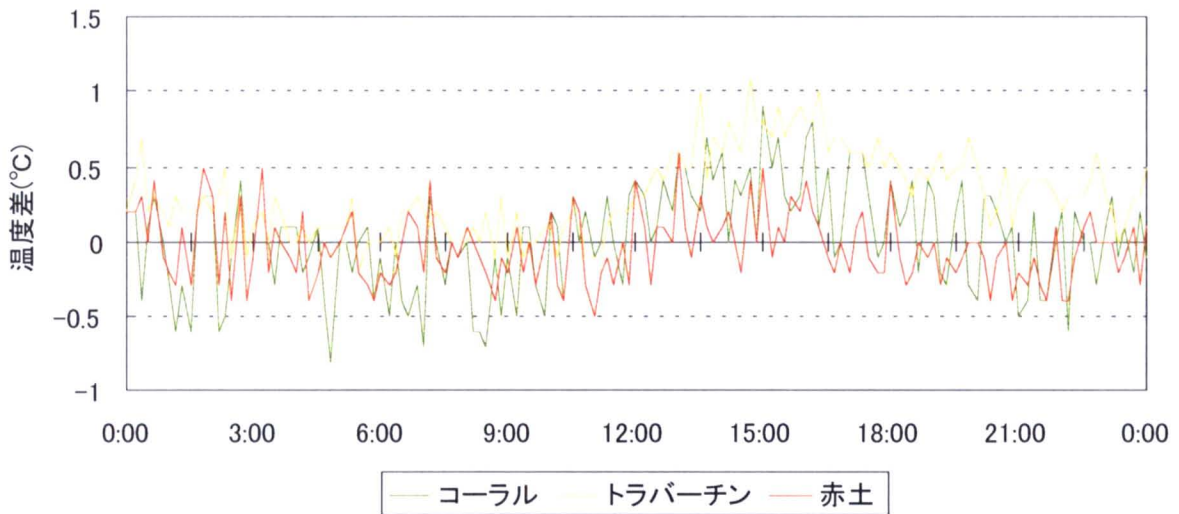


図 3.49 2006/10/30 (雨) コンクリート面—各材料面温度(室内側)の経時変化 (北面)

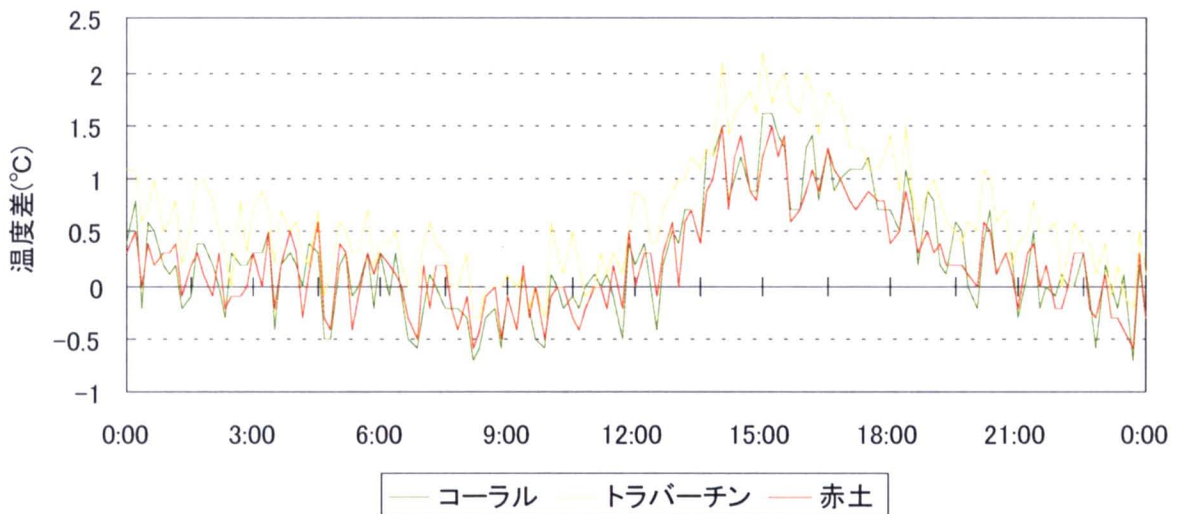


図 3.50 2006/10/30 (雨) コンクリート面—各材料面温度(室内側)の経時変化 (屋根面)

表 3.1 2006/10/19 各塗壁材料の外側及び室内側表面における最高温度とその記録時間

測定面	塗壁材料	測定場所	最高温度	記録時間
実験棟 西面	コンクリート	外側	41.4℃	16:30
		室内側	35.5℃	18:00
	コーラル	外側	38.7℃	16:30
		室内側	33.4℃	18:20
	トラバーチン	外側	36.1℃	16:50
		室内側	32.1℃	18:20
	赤土	外側	40.2℃	15:30
		室内側	34.3℃	17:50
実験棟 北面	コンクリート	外側	32.0℃	15:30
		室内側	31.8℃	17:40
	コーラル	外側	31.3℃	14:20
		室内側	31.6℃	18:10
	トラバーチン	外側	30.8℃	14:10
		室内側	30.3℃	17:40
	赤土	外側	31.5℃	15:20
		室内側	30.8℃	18:10
実験棟 屋根面	コンクリート	外側	43.0℃	13:20
		室内側	37.6℃	17:00
	コーラル	外側	35.7℃	14:00
		室内側	32.8℃	18:10
	トラバーチン	外側	34.3℃	14:00
		室内側	31.3℃	18:20
	赤土	外側	39.1℃	14:00
		室内側	33.4℃	17:40

表 3.2 2006/10/21 各塗壁材料の外側及び室内側表面における最高温度とその記録時間

測定面	塗壁材料	測定場所	最高温度	記録時間
実験棟 西面	コンクリート	外側	42.8℃	15:50
		室内側	35.5℃	18:40
	コーラル	外側	40.5℃	15:20
		室内側	33.9℃	17:50
	トラバーチン	外側	37.4℃	15:20
		室内側	32.9℃	18:30
赤土	外側	41.3℃	15:20	
	室内側	35.0℃	18:20	
実験棟 北面	コンクリート	外側	32.2℃	13:10
		室内側	32.3℃	17:40
	コーラル	外側	31.4℃	12:50
		室内側	32.1℃	18:00
	トラバーチン	外側	31.0℃	13:20
		室内側	31.0℃	17:40
赤土	外側	31.7℃	14:00	
	室内側	31.3℃	17:40	
実験棟 屋根面	コンクリート	外側	42.3℃	13:30
		室内側	37.9℃	17:00
	コーラル	外側	36.0℃	13:20
		室内側	33.2℃	18:40
	トラバーチン	外側	34.6℃	13:20
		室内側	32.1℃	18:20
赤土	外側	38.6℃	13:20	
	室内側	33.9℃	17:40	

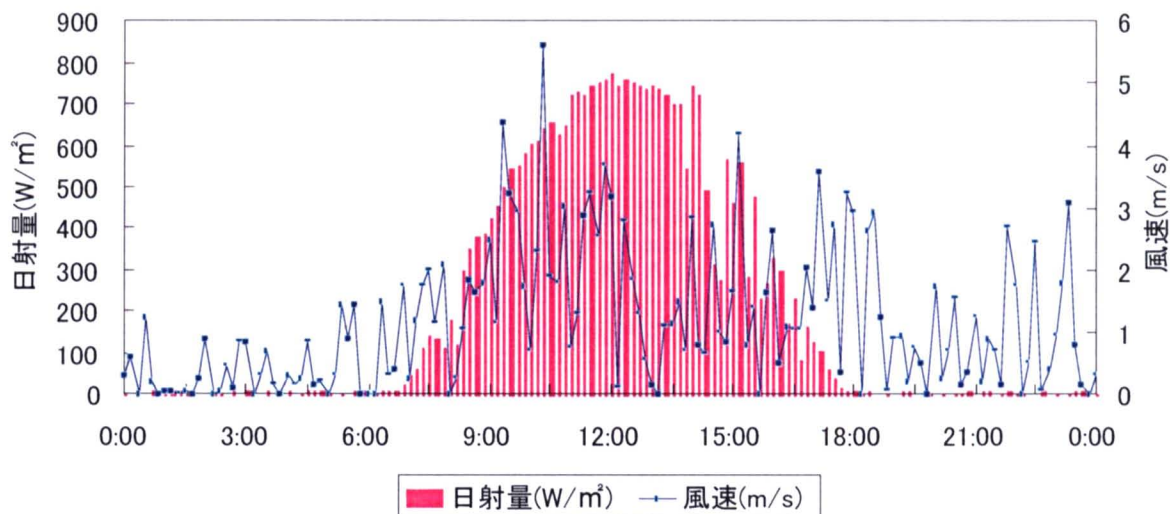


図 3.51 2006/10/19 日射量及び風速の経時変化

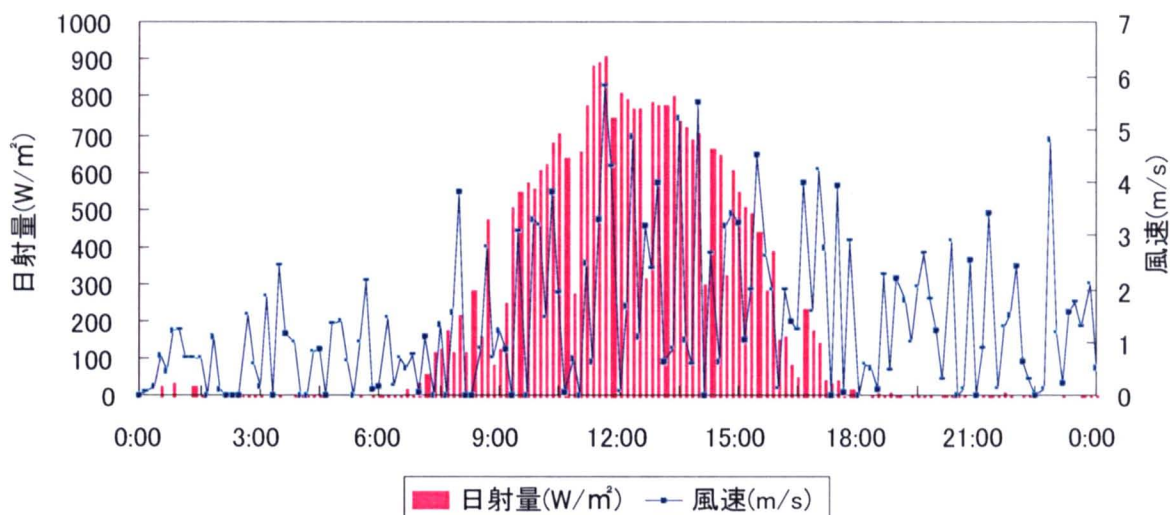


図 3.52 2006/10/21 日射量及び風速の経時変化

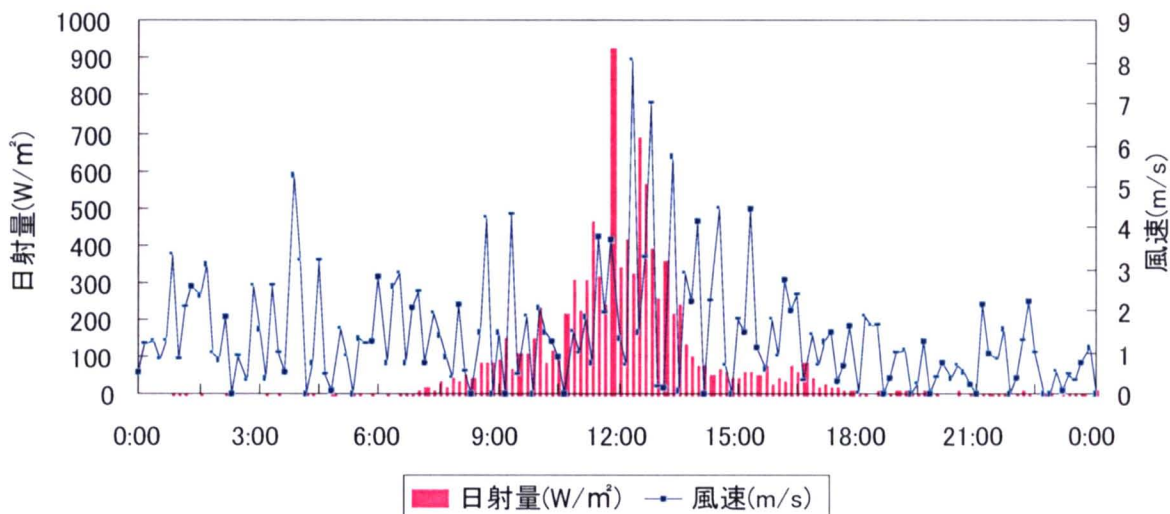


図 3.53 2006/10/30 (雨) 日射量及び風速の経時変化

3.2 赤外線画像

赤外線画像を図 5.4 に示し、日中の各塗壁材料の表面温度を検討する。北側の壁面は日射が当たらないため温度は低く、それぞれトラバーチン、コーラル、赤土、コンクリートの順で温度差はあるが、その差は非常に小さい。西側壁面は温度差がはっきりと表れている。屋根スラブの庇によって日射が当たらないコンクリート面と比較してもトラバーチンの表面温度は低くなっている。また、屋上面からの熱流で屋根スラブ下の温度は非常に高い。このことから、沖縄において屋根面の遮熱の重要性を知ることができる。

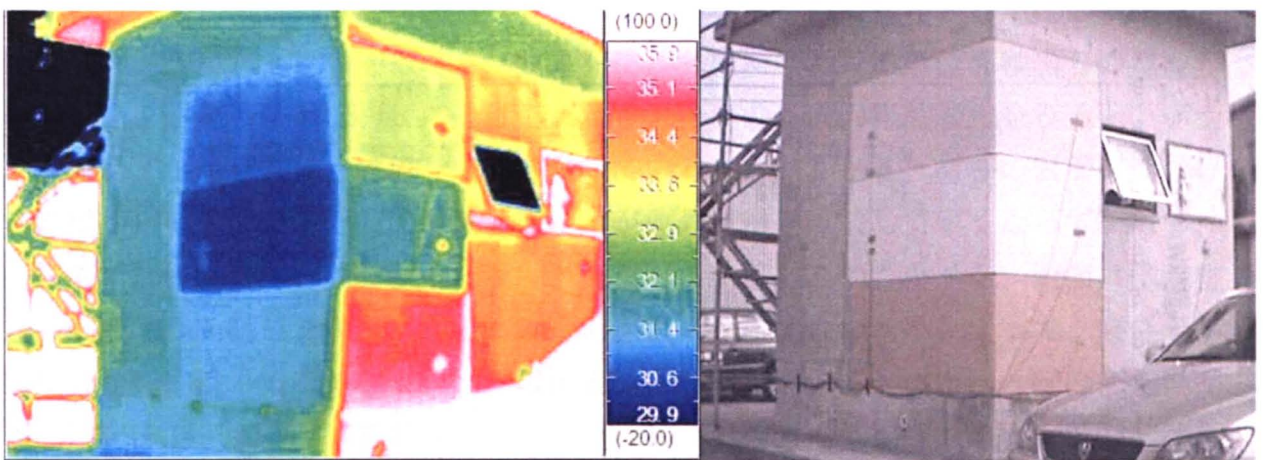


図 3.54 実験棟壁面の赤外線画像

3.3 日射量と表面温度の関係

沖縄の強い日射による熱効果を検討するために、測定期間において 10 時～16 時の間の実験棟屋根面の各塗壁材料の表面温度とコンクリート表面温度との平均値の温度差と実験棟屋上で測定した日射量の日積算との相関を各塗壁材料で図 3.55～図 3.57 に示し、日射量の増加に伴う表面温度差の変化を検証する。

コーラル、トラバーチン、赤土のいずれの相関も正の比例関係となり、日射量の増加とともに各塗壁材料表面温度とコンクリート面温度との差も大きくなることは明らかであり、沖縄の建物の熱環境を考える上で日射は重要な要素となることがわかる。図の近似線は切片を 0 として、コーラルが $y=0.281x$ 、トラバーチンが $y=0.327x$ 、赤土が $y=0.155x$ となった。

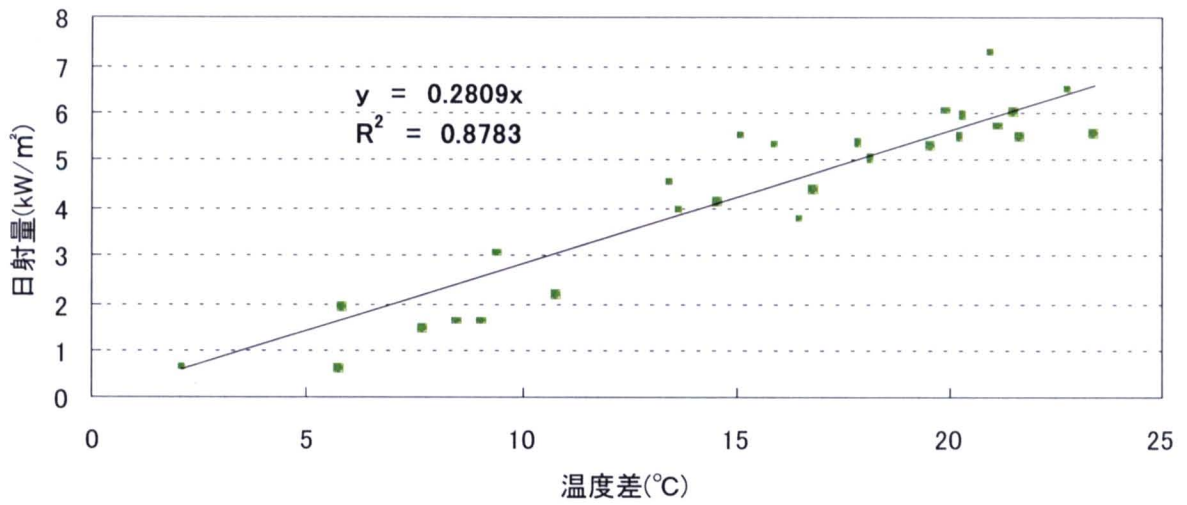


図 3.55 コンクリートコーラル

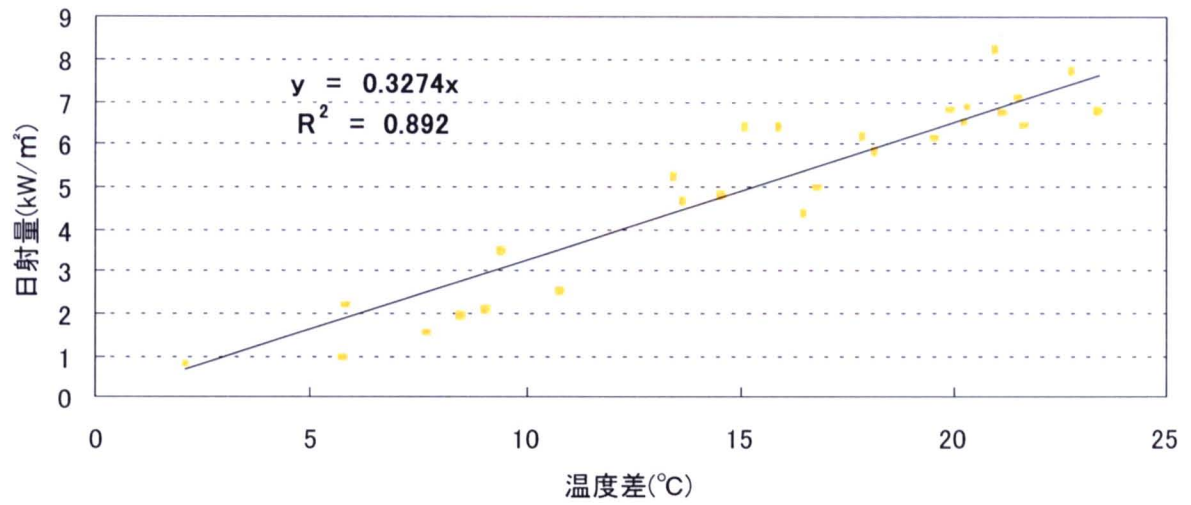


図 3.56 コンクリートトラパーチン

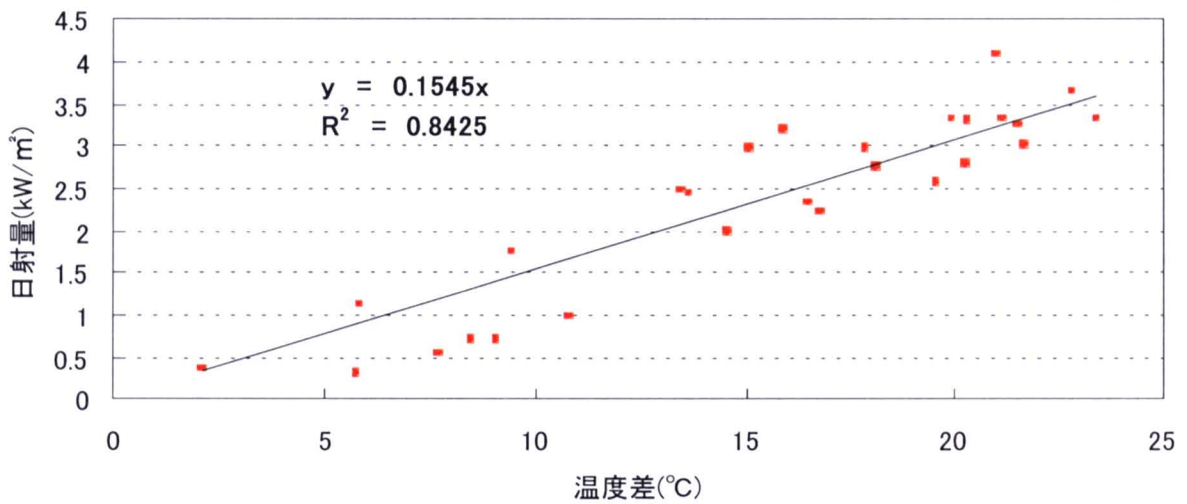


図 3.57 コンクリート赤土

4. 熱流解析

はじめに実験棟において各塗壁材料を西、北の壁面及び屋根面に塗布することでどの程度の遮熱効果が得られるのか検証していく。熱流計算では結果として取り上げた晴天日2日間のデータを使用する。塗壁材料とコンクリートとの境界面温度の正確な値が未測定となり、ここでは概略の値を求めることを目的とするため、各塗壁材料の表面特性から熱流を計算する。壁面で5mm、屋上面で10mmの塗壁材料厚を考慮しないものとし、コンクリート部分(厚さ150mm)のみで熱流の計算を行った。普通コンクリートの熱伝導率が1.1(W/mK)とすると、熱伝導抵抗は0.1364(m²K/W)、熱コンダクタンスは7.3333(W/m²K)となり、(熱コンダクタンス)×(外側表面と室内側表面の温度差)より、単位面積当りの熱流を求める。単位面積当りの熱流の日積算と8時~18時の積算した値を表3.3~表3.6に、各材料における単位面積当りの熱流の経時変化を図3.58~図3.63にそれぞれ示す。西面の熱流の経時変化をみると、赤土の熱流低下が他の材料と比較して早くなっていることがわかる。材料の表面温度の経時変化から検討すると、西面では温度低下が他の材料と比較して早くなっているが、屋根面では他の材料と同じように温度が低下している。このことから、西面は塗壁材料の位置的な問題で日射の当り方等の違いが生じた可能性がある。よって、条件が平等で各塗壁材料の温度差の大きい屋根面を主に検討していく。また、今回は測定期間が10月19日、10月21日となり、夏季と比較すると日射も弱く、気温も低い。沖縄の熱環境改善を考える上ではこの時期の日中の熱流を考察していくことが重要となるため、8時~18時の熱流を積算し、各塗壁材料を塗布することによって夏季の熱環境改善にどの程度寄与できるかを検証する。

実験棟室内の屋根面積は7.618m²、壁面積は6.624m²である。各塗壁材料を西、北壁面及び屋根面全体に塗布した場合の西面、北面及び屋根面からの実験棟室内への合計の熱流を表に示す。なお、概略の値を求めることが目的であるため、窓面からの熱流入は考慮せず、窓は無いものと仮定し、東と南の壁面からの熱流は無視する。実験棟への熱流入量をコンクリートの場合と8時~18時間で比較すると、10月19日は、トラバーチンとの差が2249(Wh/m²)、コーラルとの差が1830(Wh/m²)、赤土との差が890(Wh/m²)、10月21日は、トラバーチンとの差が1827(Wh/m²)、コーラルとの差が1528(Wh/m²)、赤土との差が785(Wh/m²)となった。これにより、日中の遮熱効果はトラバーチンが最も大きく、次にコーラル、赤土の順となることがわかる。屋根面の熱流入を抑えることが日中、実験棟への熱流入量を減少させる大きな要因となっている。

表 3.3 2006/10/19 単位面積当りの熱流 (単位:kW/m²)

場所	積算時間	コンクリート	コーラル	トラバーチン	赤土
西面	日積算	437.4	247.3	230.1	-79.2
	8-18 時積算	1136.1	1004.5	791.6	941.6
北面	日積算	-178.6	-370.9	-242.9	-293.9
	8-18 時積算	369.6	333.1	334.4	359.9
屋根面	日積算	-220.4	-1337.6	-1117.2	-643.3
	8-18 時積算	1363.1	644.6	631.0	1120.2

表 3.4 2006/10/21 単位面積当りの熱流 (単位:kW/m²)

場所	積算時間	コンクリート	コーラル	トラバーチン	赤土
西面	日積算	391.2	165.4	213.0	-152.7
	8-18 時積算	1032.7	880.0	738.3	826.3
北面	日積算	-263.6	-456.3	-308.4	-351.1
	8-18 時積算	271.9	198.0	222.6	260.5
屋根面	日積算	-406.1	-1118.0	-988.2	-653.0
	8-18 時積算	1104.4	579.5	539.4	923.1

表 3.5 2006/10/19 実験棟の熱流量 (8 時~18 時)

塗壁材料	西面 (Wh/m ²)	北面 (Wh/m ²)	屋根面 (Wh/m ²)	合計 (Wh/m ²)
コンクリート	2090	681	2884	5655
コーラル	1848	613	1364	3825
トラバーチン	1456	615	1335	3406
赤土	1733	662	2370	4765

表 3.6 2006/10/21 実験棟の熱流量 (8 時~18 時)

塗壁材料	西面 (Wh/m ²)	北面 (Wh/m ²)	屋根面 (Wh/m ²)	合計 (Wh/m ²)
コンクリート	1900	500	2337	4737
コーラル	1619	364	1226	3209
トラバーチン	1359	410	1141	2910
赤土	1520	479	1953	3952

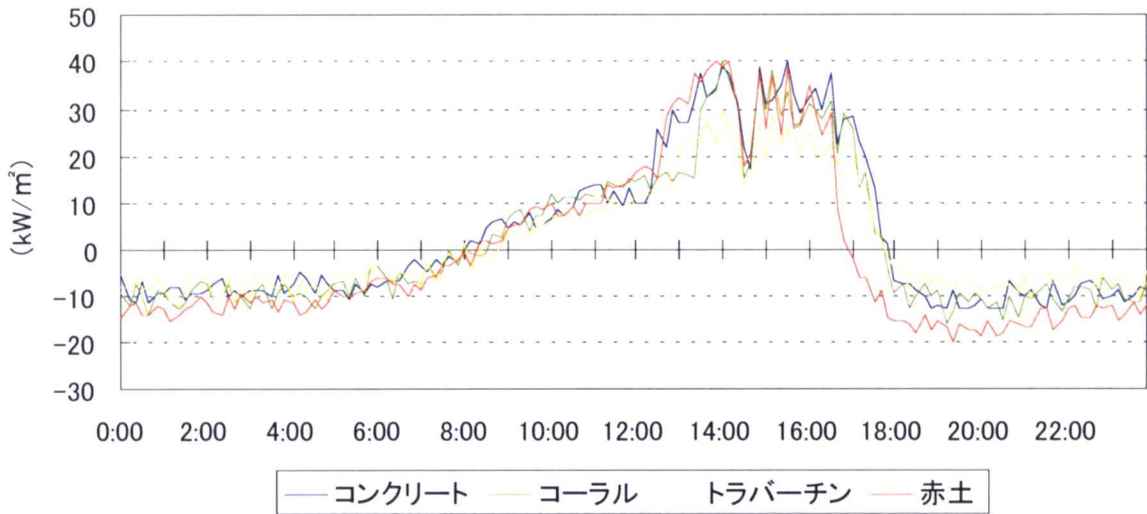


図 3.58 2006/10/19 単位面積当りの熱流の経時変化（西面）

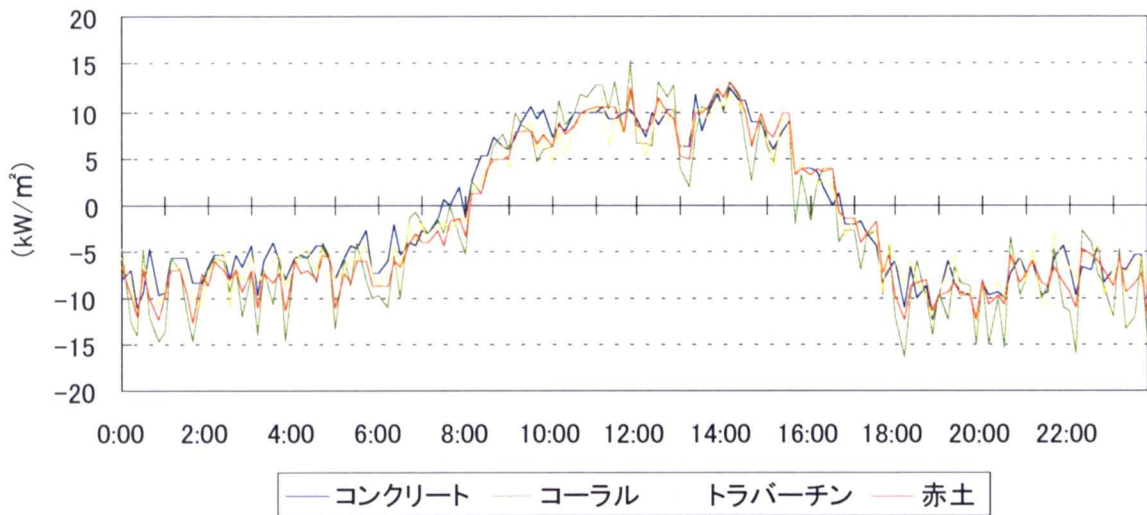


図 3.59 2006/10/19 単位面積当りの熱流の経時変化（北面）

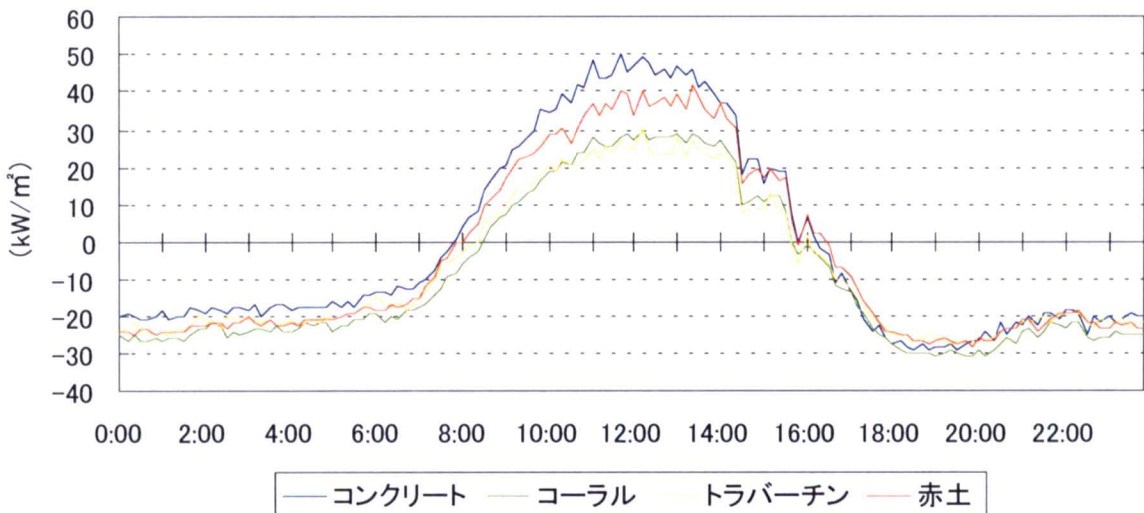


図 3.60 2006/10/19 単位面積当りの熱流の経時変化（屋根面）

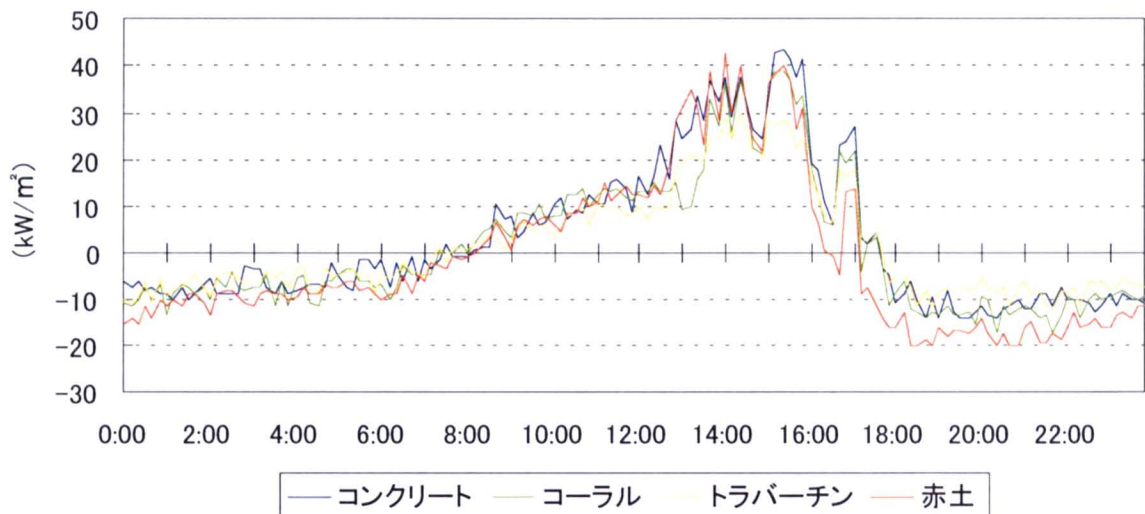


図 3.61 2006/10/21 単位面積当りの熱流の経時変化（西面）

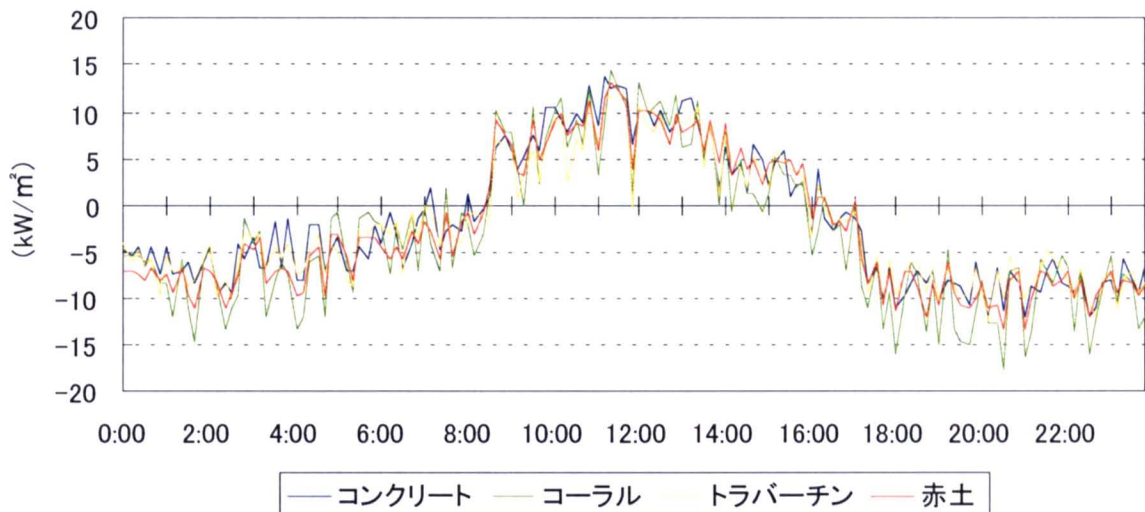


図 3.62 2006/10/21 単位面積当りの熱流の経時変化（北面）

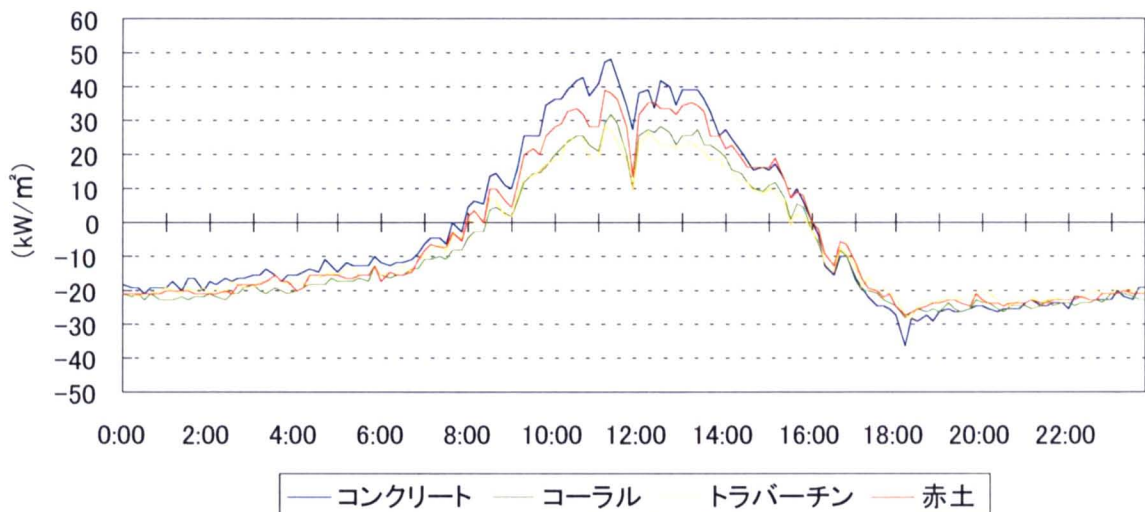


図 3.63 2006/10/21 単位面積当りの熱流の経時変化（屋根面）

次に断熱性を検証するため、各塗壁材料の熱コンダクタンス α を求める。塗壁材料表面からその下のコンクリート表面までの熱流 Q とそのコンクリート表面から室内側のコンクリート表面までの熱流 Q は等しくなり、塗壁材料表面温度 θ_1 、コンクリート面温度（塗装下境界面） θ_2 、室内側コンクリート面温度 θ_3 及びコンクリート部分の熱コンダクタンス α' を用いて計算する。計算の概要を図 3.64 に示す。

熱流 Q の値は表 3.1 と表 3.2 の最高温度記録時間から時間差を考慮し、塗装部が 8 時～16 時、コンクリート部が 11 時～19 時の積算値を使用した。図 3.65 に示すように実際は塗装部分とコンクリート部分を通る熱流に時間差が生じることで誤差が出てくるが、前日も同様の熱流があったと仮定した時に 1 日の積算値は同じ値となる。しかし、測定期間が秋季となり、1 日の積算値では放射冷却量が大きく、負の値となるため、3 時間の時間差があるものと仮定し、日中の 8 時間で積算して計算を行った。

ここでも 10 月 19 日及び 21 日の晴天日 2 日間のデータを使用した。熱電対の破損の起きた実験棟北面及び屋根面ではコンクリート面温度（塗装下境界面） θ_2 の値が不正確となるため、今回は西側壁面の測定値から検証した。表 3.7 に求めた塗装部分の熱コンダクタンス α の 2 日間の値及びその平均値を示す。各塗壁材料でほぼ同様の値となった。求めた熱コンダクタンス α を各材料の厚さをかけて、各塗壁材料の熱伝導率 λ の値を計算する。熱伝導率 λ の値はコーラルと赤土で 0.0654 (W/mK)、トラバーチンで 0.0613 (W/mK) となり、非常に小さく、各塗壁材料の断熱性能が高いことが明らかとなった。

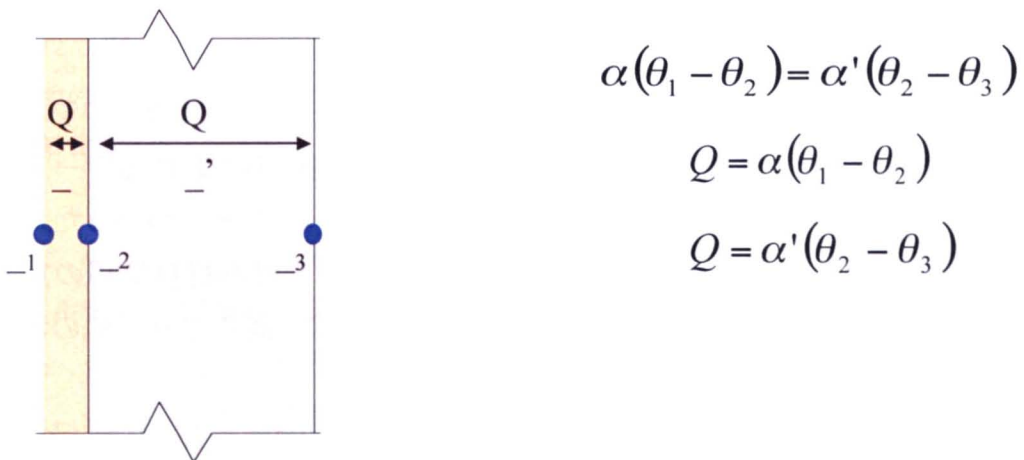


図 3.64 熱コンダクタンスの計算概要

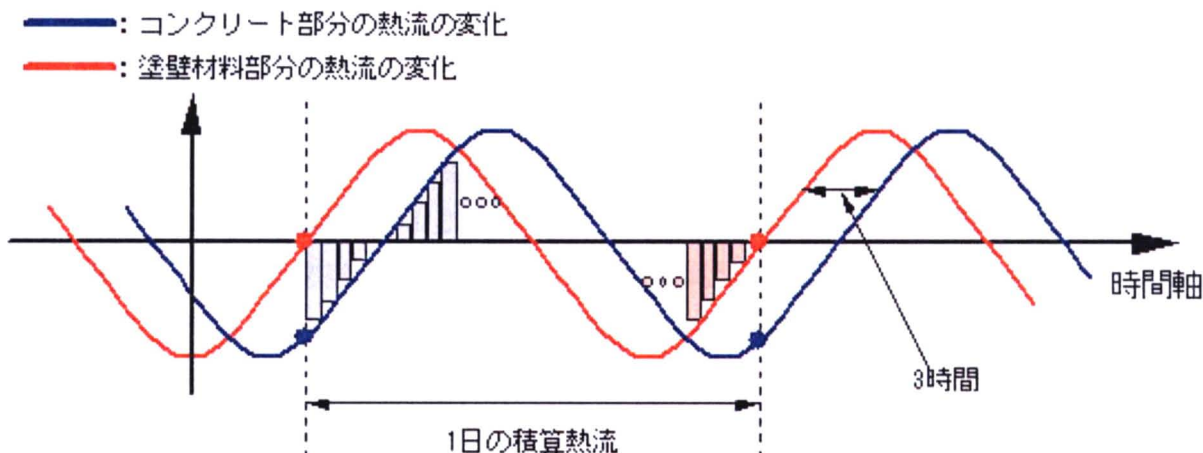


図 3.65 熱流積算の概念図

表 3.7 熱コンダクタンス α の計算値 (単位 : $W/m^2 K$)

(2006 年) 材料名	10 月 19 日	10 月 21 日	平均値
コーラル	13.853	12.307	13.08
トラバーチン	13.831	10.694	12.26
赤土	11.320	14.831	13.08

5. まとめ

実験棟の北側壁面，西側壁面，屋根面で各塗壁材料を使用することにより，表面温度を低下させ，高い遮熱効果を得られることが明らかとなった。特にトラバーチン材料では非常に高い効果を発揮した。断熱性の検証は西側壁面におけるデータのみを使用したものとなったが，各塗壁材料で高い断熱効果があることがわかった。

また，実験棟による検証で沖縄における屋根面に対する遮熱材料使用の重要性も立証できた。日射が多く当たる屋根面では表面温度も非常に高くなり，他の場所と比較して塗壁材料による効果も非常に高くなった。

亜熱帯沖縄には島嶼県特有の材料が多く存在する。その地域特有の材料を利用することで，島らしさを演出し，美しく環境にやさしい建築とすることも可能である。亜熱帯沖縄では日本の平均値とは大きく異なってくる。地域に根ざした材料を使用し，その地域特有の熱環境改善を考えていくことが大切である。

6. 付録（塗壁材料詳細）

本研究で使用した塗壁材料は株式会社沖坤が製造販売する「琉球の塗壁」である。その素材及び特徴について下記に示す。

●コーラル（南部石灰岩）

…南部石灰岩が細くなると石粉（いしぐー）と呼ばれる。昔の沖縄集落道路に使用された素材であり、調湿機能に優れた呼吸素材である。

●勝連トラバーチン

…琉球石灰岩が再結晶化した岩石で、緻密で硬く美しく、国会議事堂にも使用された貴重な大理石である。建築・美術・工芸用の高級装飾資材であり、断熱・浄化機能が極めて優れている素材である。

●赤土

…国頭マーヅといわれ、降雨のたびに海に流失してしまうものであるが、左官素材としては、極めて優秀な材料である。

上記3種とも沖縄県産自然素材である。FC剤（成分は100%無機質）によって固化するため、イオン結合を促進し、石灰やセメントなどのバインダーの量を最小限に抑えながら、強度を得ることができる。イオン結合による効果は、針状結晶化を促進し、風化造礁珊瑚等の気孔の多い素材の場合、その気孔を塞ぐことなく固めることが可能である。そのため、通気性、吸着性、断熱性等に効果を発揮することが可能である。可能施工下地の種類もコンクリート、石膏ボード、合板の他、ALC板、発泡スチロール板にも使用可能である。

○特徴

1. ホルムアルデヒド等吸着効果 … 揮発性有害化学物質の吸着に効果がある。
2. 調湿効果 … 室内の不快感な湿気対策にも効果がある。
3. 消臭効果 … アンモニア臭などのいやな臭いを減少させる。
4. 断熱効果 … 断熱効果に優れているので、暑さ対策にも有効である。
5. マイナスイオン生成効果 … 珊瑚によるマイナスイオン発生効果。

