

木造住宅における草屋根造成技術とその評価

Construction of Glass Roof on the Wooden House and the Monitoring Results of Plant Growth

山田 宏之* 前田 由利**
Hiroyuki YAMADA* Yuri MAEDA**

1. はじめに

日本の都市内の建築物の屋根は、陸屋根と呼ばれる平坦な屋根よりも、傾斜屋根の占める面積の方が大きいのが普通である。建設省（現、国土交通省）の調査によると、東京都区部で陸屋根面積が 4140ha であるのに対して、傾斜屋根は 13022ha あり、その面積は 3.1 倍に達している¹⁾。

ヒートアイランド対策等を目的として屋上緑化を推進していくためには、都市の中の広い範囲で大面積にわたって緑化面を増やしていく必要があり、そのためには鉄筋コンクリート造の陸屋根だけを緑化対象としていたのでは、自ずから限界がある。

しかしながら、傾斜屋根を有する建築物は、いわゆる一般住宅の木造建築物が多く、強度的、工法的な問題から、従来屋上緑化の対象とされることは、ほとんど無かった。

本論では、木造住宅の傾斜屋根面を緑化した事例を 4 件取り上げ、その造成技術を紹介するとともに、施工後 2 年以上経過した 2 事例について、現況の緑化状態の調査および評価を行い、今後の木造住宅の傾斜屋根緑化普及の可能性について考察した。

2. 技術概要

(1) 屋根構造

本工法で標準的に用いる、人工軽量土壌 100mm 厚の植栽基盤は、湿潤時で概ね 100kg/m² 程度の荷重が見込まれる。これは瓦葺の場合の約 3 倍の荷重に相当する。このため、柱、梁には、通常の瓦葺の建物の場合よりも強度が要求される。本論で紹介する 4 事例（表-1）に関しては、これによって全建築に用いる材木量が概ね 20% 程度増加した。通常、木造住宅の全建築コストに占める材木の割合は 10% 程度である。従って、屋根緑化を行うことにより、瓦葺の場合よりも全建築コストは約 2% 増加することになる。仮に全体の建築コストが 3000 万円とすると、60 万円分の上昇ということになる。

このように各部材、特に梁の強度は増す必要があるが、基本的な屋根構造は、一般の木造住宅と全く同等であり、設計に当たって特別な工夫は必要ない。

屋根勾配は最大で 19 度（3.5 寸勾配）のものまで作成したが、屋根面を芝庭として使うのであれば 17 度（3

寸勾配）以下が望ましい。

防水は、アスファルトシート防水を 2 重張り（合計厚 15mm）としている（写真-1）。

(2) 植栽基盤

土留めのための見切材は、御影草屋根の家ではパラペット本体と共用とし、他の 3 事例では、パンチングメタル製の見切材で左右と下方を囲んでいる。また、傾斜面での施工ということもあり、植栽基盤内には土壌流出防止用の土留板を 1.8 m 間隔で設置している（写真-2）。なお、御影草屋根の家では、檜角材を土留めとして設置している。これらはいずれも、防水層には穴を開けずに、棟部分から土留板を吊るすような形で設置している。

植栽基盤として用いる土壌は、屋上緑化で一般的に用いられる人工軽量土壌（湿潤時比重 0.9 ~ 1.0 程度）で 100mm 厚を基本とするが、現地産の自然土壌を用いた事例（麓）もある。この場合は実測により土壌の比重を計測し、荷重に対する構造計算を行う。本工法の対象は傾斜屋根面であり、排水は速やかに行われるため、排水層は設けていない。植栽基盤の標準断面を図-1 に示す。

(3) 植栽植物

植栽植物は芝類（コウライシバ、ノシバ）を基本として、それに数種類の草花類を播種している。

(4) 施工コスト

4 事例を平均すると、防水、見切り材、土壌、芝の材料費は約 10,000 円/m² 程度である。通常の瓦が 8,000 ~ 20,000 円/m² であることから、本工法の材料費は通常の瓦屋根と同等ないし、より安価であると考えていだろう。荷揚げ等を含む施工費用についても、瓦の場合と変わらない。

(5) 施工方法

緑化部分の施工に関しては、瓦等を用いる通常の屋根施工と同様のタイムスケジュールで行い、荷揚げ、見切材設置、土壌敷設、芝張り、と進める（写真-3 ~ 4）。建物竣工までは、地上から引き上げたホースにより手漉き灌水を行って芝生を養生する。

(6) 維持管理

本工法による草屋根には、登攀用の梯子を取り付けて、容易に立ち入ることが出来る構造となっており、屋根の上の芝庭としても機能している。そのため、人力による維持管理作業には特別な技能や装備を必要としない。

* 和歌山大学システム工学部

** 一級建築士事務所 YURI DESIGN

* Wakayama University, Faculty of System Engineering

** Architect office Yuri-design

表-1 草屋根施工4事例の概要

建物名	御影草屋根の家	麗	平野草屋根の家	和歌山草屋根の家
所在地	兵庫県神戸市	兵庫県芦屋市	大阪府平野区	和歌山県和歌山市
建物構造	RC造(地下)+木造	木造	木造	木造
建物規模	地下1階地上3階	地上2階	地上2階	地上2階
屋根勾配	0~30度	19度(3.5寸)	14度(2.5寸)、17度(3寸)	17度(3寸)
斜面方位	北	南東	東、南、西の3面	南西
緑化面積	30m ²	30m ²	72.4m ²	72.6m ²
植栽基盤	人工土壌:10cm厚	自然土壌:10cm厚	人工土壌:10cm厚	人工土壌:10cm厚
植栽植物	コウライシバ、黄花コスモス、他	コウライシバ、黄花コスモス、他	コウライシバ	ノシバ
竣工	1998年7月	2000年8月	2002年6月	2002年9月



写真-1 防水層の敷設



写真-3 土壌の敷設



写真-2 土留板の設置

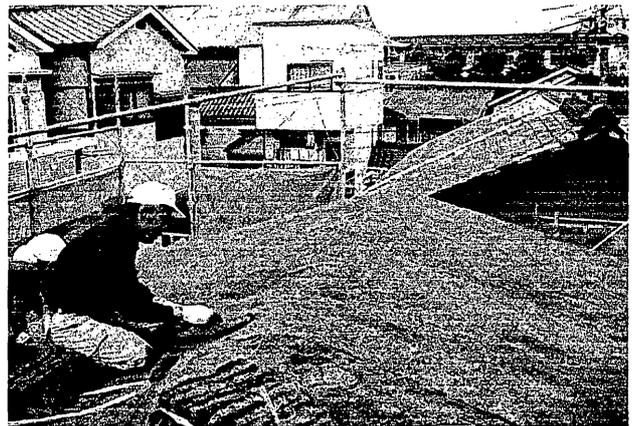


写真-4 芝生の植栽

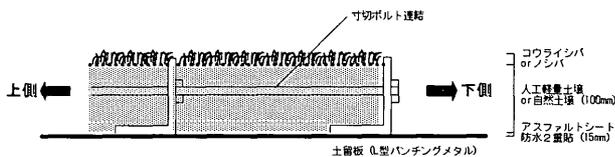


図-1 植栽基盤の標準断面図

灌水については夏季(梅雨明け~9月頃)のみ、晴天時に1日1回行い、他の季節には原則として行わない。その他、除草を年に数回程度実施するというのが標準的な維持管理項目である。その他、家主の意向で目土の施用、刈込みなどを行っている場所もある。

3. 施工事例

施工事例の4件の概要を表-1にまとめた。また、各建物の外観を写真-5~8に示す。

(1) 御影草屋根の家

本論で述べる造成方法によって最初(1998年7月)

に施工された事例である。3階部分は屋根裏部屋状となっており、この空間に対する夏季の焼け込みの防止というのが、当初の最大の目的であった。施工後5回の夏を経過したが、この目的は完全に達成されている。

夏季の夕方などは、階下の部屋よりも涼しく感じることもあるほどで、その屋内の快適性は、他のどんな屋根材よりも勝っていると思われ、この点については、今後、計測を行って定量的データを積み上げたい。

竣工後は目立ったトラブルには見舞われておらず、夏季(梅雨明け~9月中旬)のみ、晴天時に1日1回の手撒き灌水を行っている。他の季節には灌水を行わない。その他、除草を年に数回程度行い、冬季に1回、目土の施用を行っている。

除草頻度は年に4~5回程度であるが、数分程度で終了する簡易な作業である。

(2) 麗

この事例では、緑化された屋根の下は喫茶店としての

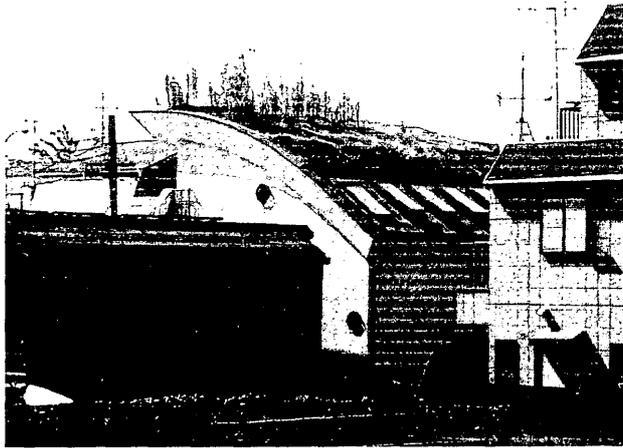


写真-5 御影草屋根の家

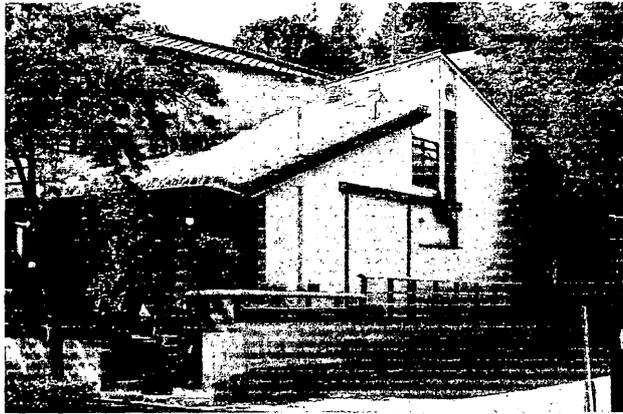


写真-6 麓

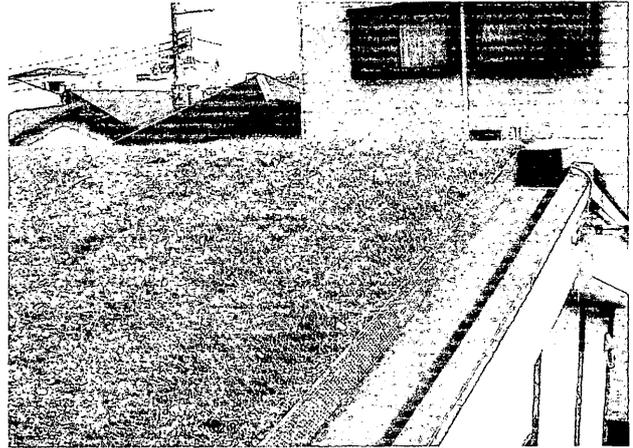


写真-7 平野草屋根の家（2階屋根端部）



写真-8 和歌山草屋根の家（端部）

営業スペースとなっており、夏季の焼け込みの防止ということが最大の目的である。ここにおいても、その目的は完全に達成されている。

施工初年度は、居住者の経験不足から灌水量が足りず、芝の生育不良を引き起こした。しかし2年目からは概ね順調である。ここは4事例のうちで最も勾配が大きい、土壌流出等のトラブルは起きていない。

ここでは灌水パイプを植栽基盤上部に敷設しており、夏季（6月～9月末）に1日1～2回の灌水を行っている。その他、除草を年に数回程度行い、冬季に1回、専門業者による芝刈りと除草の作業を行っている。

(3) 平野草屋根の家

1階の東向き屋根面と2階の南・北向き屋根面の計3面が緑化されている。

この建物敷地は道路側の斜線制限が厳しく、通常の2階家に相当する建物高が取れない。そこで、居住空間の広さを確保するために、1階、2階とも天井を取り付けず、屋根裏面を露出させている。このため、御影草屋根の家と同様、夏季の焼け込み防止対策を目的として草屋根化を行ったものである。施工後まだ日が浅いが、2002年9月現在、芝の生育は順調である。

(4) 和歌山草屋根の家

南西向きの2階屋根を緑化している。緑化面積としては4事例のうちで最大である。竣工後間もないため、生育状況等は今後、追跡していきたい。

4. 経過調査

(1) 調査方法

竣工後5年経過した御影草屋根の家と、竣工後2年経過した麓において、植栽基盤の流亡の有無と、植栽植物の生育状況についての調査を2002年9月18日に行った。各々の屋根緑化面を50cmメッシュに区切り、各メッシュごとに、裸地化した部分の面積、地表面での土壌流亡が認められる部分の面積を計測した。また、芝生植被面については、健全部の面積と、枯損や病害虫による被害が認められる部分の面積を各々計測した。また、芝類以外の植物による被覆面積も併せて記録した。

(2) 調査結果および評価

(i) 御影草屋根の家

裸地化した割合の分布は図-2のようになった。屋根下端付近の最も勾配の大きな部分（約30度）で若干の裸地が認められる。全体平均の裸地化率は3.6%であった。また、目立った植栽基盤流亡の痕跡は認められず、全体平均の流亡率は1.0%であった。

全体平均の芝健全部の占める割合は85.2%、不健全部は6.4%、その他植物による被覆が8.4%であった。コスモス等の高茎草本で密に覆われている部分もあるが、それでも芝は健全に生育しており、全面に渡って芝根茎による土壌の安定化は十分に発揮されているものと考えられる。

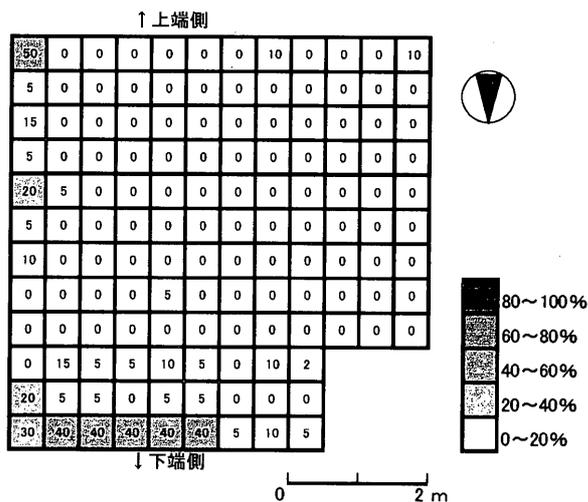


図-2 緑化面の裸地率 (%) 分布 (御影草屋根の家)

(ii) 麓

裸地化した割合の分布は図-3のようになった。ここでは屋根の左右面の、外側に水勾配を付けた部分で若干の裸地が認められる。また、最上端部では顕著に裸地化している部分がある。全体平均の裸地化率は4.3%であった。裸地面が多い場所であっても、今のところ目立った基盤流亡の痕跡は認められず、全体平均の流亡率も0.6%と極めて小さかった。

全体平均の芝健全部の占める割合は73.6%、不健全全部は12.8%、その他植物による被覆が13.6%であった。左右の端部で地上茎が枯死しているものが目立ち、御影草屋根の家よりも不健全全部の占める面積が大きかった。しかし、こういった場所では他の植物(コニシキソウなど)が芝に置き換わっている部分が多く、裸地化を防いでいる。全体としては、植物根茎による土壌の安定化は十分であると考えられる。

5. 考察

5年ないし2年経過した施工事例の調査の結果、大雨などによる破損被害等は全く認められず、芝も概ね健全に生育しているものと見なせた。一部、勾配の急な部分や、パラペットに近接した部分で芝の枯損や裸地化が認められるが、多くの場所では他の植物に置き換わっており、植物根茎による土壌基盤の安定化という点では問題は生じていなかった。

屋根材として評価を行うためには、最低でも10年程度の経過観察が必要と思われるが、現在のところ、日本の気候条件に十分に適応しているものと考えられる。新しい施工事例も含めて、今しばらく経過を見守り、木造建築物の屋根材としての評価を下したいと考えている。

本工法による屋根緑化は、非常に安価で維持管理が容易というのが最大の利点である。屋根材としての施工価格は瓦と同等以下であり、構造強化のために必要な木材分として建設コストを2%程度増加させるだけで済む。

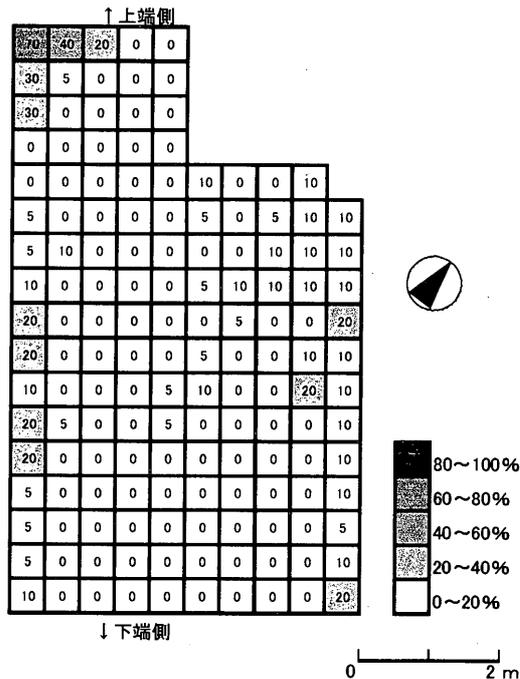


図-3 緑化面の裸地率 (%) 分布 (麓)

また、屋内の温熱環境を大きく向上させて、屋根裏空間を快適な居住空間として活用できるなど、実用上の利点が非常に大きい。これらの点から、今後、長期的な安定性が十分に検証され、消防法等との折り合いが十分に調整された段階で、このような木造家屋の草屋根工法は広く普及していく可能性を秘めていると考えられる。

また、こういった木造住宅の屋根緑化が進めば、現在、ほとんど緑量の増加が見込めない住居系の市街地においても、劇的に緑被面積を増やすことが可能となる。例えば本論で取り上げた平野草屋根の家では、全敷地面積が105m²に対して、庭の面積は7.5m²しかない。その他は建物と駐車場で占められているので、このままであれば緑被率は7.1%ということになる。

ところが、この家では屋根緑化面が72.4m²もある。これを勾配を考慮して水平面に投影すると70.0m²分の緑被となる。従って緑被面積は70.0 + 7.5 = 77.5m²となり、緑被率は73.8%に達するのである。

参考文献

1) 建設省(1995): 緑化空間創出のための基盤技術の開発報告書(第1分冊), 30, 建設省

名称 : 御影草屋根の家
 所在地 : 兵庫県神戸市
 実施設計 : 前田由利
 施工 : YURI DESIGN コンストラクションチーム
 規模 : 30m²
 施工期間 : 平成9年6月(約1週間)