

研究助成実施報告書

助成実施年度	2020 年度
研究課題（タイトル）	藁を用いた建築構法の応用可能性とその実践的手法に関する研究 ～観光都市ブッダガヤの近郊集落を対象として～
研究者名※	川井 操
所属組織※	滋賀県立大学 環境科学部環境建築デザイン学科 准教授
研究種別	研究助成
研究分野	建築技術
助成金額	150 万円
発表論文等	

※研究者名、所属組織は申請当時の名称となります。

() は、報告書提出時所属先。

大林財団 2020 年度研究助成実施報告書

所属機関名 滋賀県立大学環境科学部環境建築デザイン学科
申請者氏名 川井操

研究課題	藁を用いた建築構法の応用可能性とその実践的手法に関する研究～観光都市ブッダガヤの近郊集落を対象として～
<p>(概要) ※最大 10 行まで</p> <p>研究対象地のインド・ハティヤール村では、インドの強い日差しや高温な環境条件にも関わらず、自然素材の厚い屋根や壁によって外気を遮断し、ひんやりとした屋内環境を生み出していた。一方で、その施工期間が長期に及ぶ、雨水による漏水、土壁のひび割れ、経年劣化による腐食といった問題点があり、また観光都市化による建設効率化の影響を受けて、多くの建物はより短期間に建設できるトタン屋根や RC ラーメン造+レンガ壁へと建て変わっている。本研究では、年間で一定量を採取できる藁材料に着目して、<u>国内外の地域特性を体系的に明らかにしながら、さらに、現地にてその構法を検証し、改良を加えて、応用可能性を試みることを目的</u>とする。そして、発展途上国の貧困地域の一つであるインド・ビハール州(ブッダガヤ、ハティヤール村)にて、安易に近代的な構法を持ち込むのではなく、<u>現地で調達可能で軽量の藁を用いた建築を検証し、更新を加えて、実践的に建設をおこなうことに意義</u>がある。</p>	

1. 研究の目的	(注) 必要なページ数をご使用ください。
<p>本研究では、年間で一定量を採取できる藁材料に着目して、<u>国内外の地域特性を体系的に明らかにしながら、さらに、現地にてその構法を検証し、改良を加えて、応用可能性を試みることを目的</u>とする。そして、発展途上国の貧困地域の一つであるインド・ビハール州(ブッダガヤ、ハティヤール村)にて、安易に近代的な構法を持ち込むのではなく、<u>現地で調達可能で軽量の藁を用いた建築を検証し、更新を加えて、実践的に建設をおこなうことに意義</u>がある。</p>	

2. 研究の経過	(注) 必要なページ数をご使用ください。
<p>A. 地域特性に関する調査研究</p> <p>ハティヤール村にはその土地で入手可能なモノとヒトの行為の事物連環(図 1)が息づいている。一方で近代的な構法で建設された住宅が集落に入り込むことで、建築物に関する事物連環が薄まりつつある。本研究では、藁を建築物の壁面として利用するストローベイル建築、茅葺き屋根の構法を現地で検証、提案を行う事で事物の再連環を目指す</p> <p>B. 既存技術の応用実践</p> <p>本研究では、現地での試作のフィードバックを行い、人力で稲藁を圧縮し積み上げるストローベイル</p>	

建築の構法を確立するための実践を行う。また、現地の茅葺き屋根の調査を行い、屋根勾配が低い茅葺の厚みが少ないことといった問題点が確認できた。それを踏まえて、稲藁を用いた耐久性のある屋根の葺き方の検証をする。

2-1. ストローベイル構法

ストローベイルが一般的に普及していないインドにおいて、機械式のベラーに頼らずに手でベイルを制作する方法を検証した。手動式のベラーとして知られる HAY Baler を参照にして、ベラーの設計と実施制作を行った。

ベイルには、標準サイズである 14”(355mm)×18”(457mm)×36”(914mm)を用いた。稲藁を 22”程でカットし、押し込む形でボックスにつめ、圧縮試験を行った。作業人数は 2 名で行った。ベイルの固定時には、ココナッツロープを使用した。結果として、摩擦が大きく、緊結できなかったため、緊結しやすく強度のあるロープを用いる必要がある。制作後、ある程度のブロック形状を保つことができた



図 1：自作したストローベイル圧縮機

2-2. 藁葺き屋根

村周辺で採集可能な藁および茅材を用いて、屋根モックアップ制作を行った。屋根は 4 つのパターンを用いた。(外装仕上げ順、稲藁 t=3”, Silky t=2”共通)

パターン①：稲藁+GI シート+Silky

パターン②：GI シート

パターン③：稲藁+GI シート

パターン④：GI シート+Silky

計測日時は 2023/04/14 午後 2 時 30 分、外気温は 42°C で計測を行った。(図 2：屋根材の表面温度の検証)



表 1：表面温度の結果

①	②	③	④
44.3°C	55.4°C	46.4°C	46.5°C

パターン② (GI シート) とその他の比較により、茅材 (稲藁を含む。以下同様。) の遮熱効果はあることが確認できる。パターン③ (稲藁+GI シート)、パターン④ (GI シート+Silky) から茅材が GI シートの外側もしくは内側にあっても屋根裏の表面温度に変化はない。パターン① (稲藁+GI シート+Silky) が最も屋根裏の表面温度が低かったが、③、④の結果を考慮すると、茅材の厚みが大きくなったために、屋根裏の表面温度が低いと言える。

2-3. 現地モックアップの制作

高所での施工性を考慮し、割竹を骨組み、その上に束ねた茅を取り付けた茅葺きパネルを制作し、それを屋根に取り付ける構法を検証した (図 3)。



図 3 : 屋根下への茅パネル材の取り付けの様子

3. 研究の成果

(注) 必要なページ数をご使用ください。

3. インドの現地調査を応用した日本国内での施工事例

インドでの藁材を使った検証と並行して実施した、研究代表者、共同研究者による日本での藁材を使った施工事例を紹介する。

3-1. 綺田の納屋 (図 3)

ここでは、稲藁を使って、稲藁壁の構法を実践した。まず、壁にバラ板の下地材を設けた。続いて、それに逆葺きと呼ばれる方法で、下地材に稲藁を固定した。固定方法について、下地材にビスを打ち込み、それに針金を巻きつける。続いて、竹材と針金を仮固定して、それに稲藁を差し込む。最後に針金を締め上げて強く抑える。下段から上段へと順番に積み上げる。

- ・設計・施工：川井操+山下直三
- ・用途：休憩所
- ・場所：滋賀県東近江市綺田町
- ・期間：2021.3-2021.7



図3：稲藁の壁《綺田の納屋》



図4：下地材

3-2. 藁のタイニーハウス（図5、図6）

ここでは、ロードベアリングと呼ばれるストローベイル構法で休憩所を制作した。ロードベアリングは、藁材を固定する軸組を用いず、稲藁をブロック状に積むことで固定させる構法である。軸組の代わりとなる筋交の補強材として竹を用いた。

- ・設計：ヴォイス・オブ・アース・デザイン小委員会（担当：能作文徳＋常山未央＋川井操）
- ・用途：仮設展示室
- ・場所：東京都千代田区
- ・期間：2021.5-2021.10



図5：ストローベイル構法による《藁のタイニーハウス》



図6：ストローベイルを積み上げる時の様子

3-3. 辻番所の下屋（図7、図8）

ここでは、既存建築の増築箇所をストローベイル構法で施工した。ストローベイルを載せるためのコンクリートブロックの基礎と、固定させるための木軸組を設置して、そこにワークショップ形式で麦藁のブロックを積み上げた。ブロックの大きさは、**450mm*350mm*900mm** のサイズを使用した。壁仕上げには、下地：土壁＋仕上げ：ハンダ（土＋石灰）を用いた。

- ・設計：川井操＋美和絵里奈
- ・施工：アトリエタンゴ
- ・用途：惣菜屋
- ・場所：滋賀県彦根市芹橋2丁目
- ・期間：2022.10-2023.6



図7：ストローベイルワークショップの様子



図8：《辻番所の下屋》竣工写真

3-4. 茅土庵（図9, 図10）

ここでは、屋根材に稲藁葺き、壁材にストローベイルを用いた。外壁仕上げには、水の侵入を防ぐためにモルタル仕上げを用いた。

- ・設計：芦澤竜一建築設計事務所＋滋賀県立大学芦澤研究室
- ・施工：木々のや
- ・茅葺施工：くさかんむり
- ・協力：ストローベイルハウス協会
- ・用途：宿泊施設
- ・場所：兵庫県淡路市野島常盤
- ・期間：2021.8-



図9：稲藁葺きとストローベイル構法による《茅土庵》



図10：ストローベイルワークショップの土壁塗りの様子

4. 今後の課題

（注）必要なページ数をご使用ください。

4-1. 米藁材

米藁材のメリットは、まず、毎年的一定量を確保でき、身近に入手できる。但し、刈り取り時に農家と交渉して入手する必要があること、米収穫時は基本的に機械で藁を砕いてそのまま土に放置するので、刈入れすることは農家への負担があることを考慮しなければならない。断熱材として、屋根下あるいは屋根上に置いても一定の効果がある。懸念される点として、屋根材として5～10年程度の耐久年数しかないことが挙げられる。また、保存管理のために一定のスペースを確保する必要がある。

4-2. ストローベイル構法

ストローベイルの使用する注意点として、地面から切り離して、コンクリート基礎や床面を上げるなど湿気を遮断することが望ましい。断熱材として、厚み 350~450mm があるため、断熱材としての効果が高い。圧縮して隙間なく敷き詰めたほうが効果高い。解体・廃棄の際に大地に埋めるなど廃棄処理を行う手間やコストを省くことができる。