

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

—インド・ビハール州ガヤ県ハティヤール村を対象にして—

川井操^{※1} 芦澤竜一^{※2} 陶器浩一^{※3}

概要：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、国内外の地域特性を体系的に明らかにしながら、インドにて構法の検証および改良を加え、その応用可能性を試みることを目的とする。本研究の実施対象地であるインド・ビハール州の農村にて、安易に近代的な構法ではなく、現地で調達可能な藁を用いた建築を検証し、実践的に建設を行う。さらに現地で採取できる自然素材を生かしたものづくり、職人の育成、就労環境の提供を生み出し、材料・建設構法における循環型エコヴィレッジを提案する。

研究背景と目的

インド・ビハール州、ブッタガヤは、仏教最大の聖地として世界各地から仏教徒や観光客が訪れる街である。ブッタガヤ近郊には集落が点在しており、本研究対象地であるハティヤール村もその一つである。

申請者は、これまでにアジア各地の伝統集落・建築を調査する中で、ハティヤール村にて、茅葺き屋根の土造住宅の建物調査をおこなってきた。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、雨水による土壁のひび割れ、崩壊するといった問題点があり、多くの建物はより短期間に建設できる RC ラーメン造+レンガ壁へと建て変わっている。そうした近代的な構法で建設された住宅が集落を埋め尽くすことで、輻射熱や過剰な空調機能によって住環境は悪化し、プリミティブでサステイナブルな構法・生活環境を失いつつある。さらには、建材として用い

られる焼成レンガは農地での生産が一般であり、焼成による土壌生態系の破壊や生産過程で発生する大気汚染の排出がインド国内において環境的な問題となっている。

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、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(ブッタガヤ、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、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がある。さらに現地で採取できる自然素材を生かしたものづくり、職人の育成、就労環境の提供を生み出し、材料・建設構法における循環型エコヴィレッジを提案することを最終的な目標とする。

※1 滋賀県立大学 准教授

※2 滋賀県立大学 教授

※3 滋賀県立大学 教授

1. 研究方法

A. 地域特性に関する調査研究

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。



(図1: ハティヤール村の事物連環)

B. 既存技術の応用実践

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建築の構法を確立するた

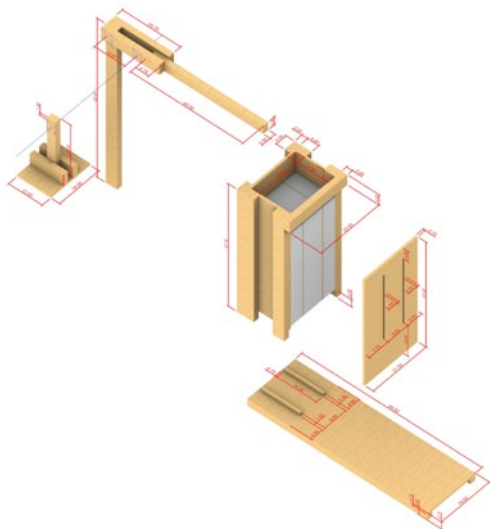


図2: ストローベイル圧縮機アクソメ図

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き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. ハティヤール村での実践

2-1. ストローベイルの制作

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動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 を参照にベラーの設計を行った(図2、図3、図4)。

制作後の改善点として、圧縮するためのハ



図3: 自作したストローベイル圧縮機



図4: 米藁を圧縮したストローベイル

ンドル部分を軽量化が挙げられる。
 ベイルのサイズは文献資料の多い標準サイズである 14”(355mm)×18”(457mm)×36”(914mm)とした。稲藁を 22”程でカットし、押し込む形でボックスにつめ、圧縮を行った。最大圧縮時にロープを固定する必要があるため、今回制作したベースでは、最低 2 人の作業人数が必要となる。ベイルの固定時には、ココナツロープを用いたが摩擦が大きく、緊結できなかったため、緊結しやすく強度のあるロープの使用が推奨される。
 圧縮後のベイルはある程度ブロック状の形状に保つことができたが、角の部分が丸みを帯びた形となった。施工性を考慮すると、角は直角にした方が良いため、稲藁をさらに短くカットし圧縮する方向で検証を行う必要がある。

2-2. 藁葺き屋根の実験 (表面温度の検証)

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。

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。



図 5：屋根材の表面温度の検証

2-3. 現地モックアップ (施工方法検証)

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 6)。



図 6：屋根下への茅パネル材の取り付けの様子

3. 日本国内での施工事例

以下に、日本での藁を使った施工事例を紹介する。

3-1. 綺田の納屋 (図 7)

- ・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7：稲藁の壁（綺田の納屋）

3-2. 藁のタイニーハウス（図8）

・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8：ストローベイル構法による藁のタイニーハウス

3-3. 辻番所の下屋（図9）

- ・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9：ストローベイル構法による辻番所の下屋

3-4. 茅土庵（図10）

- ・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10：ストローベイル構法による茅土庵

4. まとめ

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、刈り取り時の農家負担がある。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。

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、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。ただし圧縮して敷き詰めたほうが効果が高い。自然素材として、解体・廃棄の際に大地に埋めるなど自然循環できる。