

2019 年度教育高度化促進費

研究課題名：流木を構造体とした建築生成方法の基礎研究  
コンピューティングを用いた流木の形態検討と構造解析報告書

2020 年 4 月 23 日

滋賀県立大学環境科学部 環境建築デザイン学科

芦澤竜一

# 目次

はじめに 購入・使用した PC とアプリケーション

## 第 1 章

不定形材である流木を用いた休憩所 - 流木 hut-

- 1-1. 研究背景
- 1-2. 研究意義
- 1-3. これまでの研究成果

## 第 2 章

コンピューティングを用いた不定形材の利用の検討

- 2-1. 研究の目的
- 2-2. 流木の 3D スキャンによる形態調査
- 2-3. 流木とレシプロカル構造のプログラム
- 2-4. 単純ドーム形態のコンピューティングとモックアップの比較
- 2-5. レシプロカル構造の形態検討
- 2-6. 敷地形状と形態の操作
- 2-7. 3つのレシプロカルドーム形態操作
- 2-8. パラメーターによる敷地形状に合わせた形態の検討
- 2-9. パラメーターによる開口部位置の検討

## 第 3 章 流木 hut のプログラム構成

- 3-1. 平面形成
- 3-2. ドーナツ形状の生成
- 3-3. メッシュ化
- 3-4. 切り取り
- 3-5. メッシュマシーン
- 3-6. 開口部の作成
- 3-7. レシプロカルの形成
- 3-8. 最終モデル
- 3-9. 今後の課題

## 第 4 章 流木の材料特性

- 4-1. 曲げ耐力試験
- 4-2. 流木接合部材の引張試験
- 4-3. 台風を想定した風荷重試験

## 第 5 章 試験体「流木 hut」の制作

## 第 6 章 試験体「流木 hut」の実測

- 6-1. 実測方法
- 6-2. 実測結果

## 第 7 章 構造解析

- 7-1. 荷重の設定
- 7-2. 解析モデルと荷重
- 7-3. 解析結果
- 7-4. 部材の検定
- 7-5. 考察
- 7-6. 今後の課題

## 第 8 章 まとめ

参考資料

## はじめに 購入・使用した PC とアプリケーション

今回、教育高度化促進費で購入した PC 機器、及び、使用したアプリケーションを以下に示す。

### 購入・使用した PC

- FRONTIER FRGH510 GH シリーズ Windows10 モデル
- Sonnet Technologies GPU-650WOC-TB3 eGFX BreakeBox 650- 外付け GPUBOX
- PowerColor AMD Radeon VII 搭載グラフィックボード 16GB AX VII 16GBHBM2-3DH
- MAC mini

### 使用したアプリケーション

- Adobe illustrator, Adobe Indesign
- Rhinoceros6
- Grasshopper
- マイダス IT ジャパン 『Mides/iGen』 Ver.8.8.1 (有限要素法解析プログラム)

## 第1章 不定形材である流木を用いた実験体の作成 - 流木 hut-

### 1-1. 研究背景

河川、湖や海岸地域では、大雨や土砂災害、津波によって、大量の流木が漂着し、多くの地域で問題となっている。流木の処理には相応のコストとエネルギーを必要とし、地域や行政にとって大きな負担となっている。木材は建築の主要構造材であるが、倒れて流れた「流木」は、建築材料としてこれまで利用されていない。流木を建築構造材として利用することは、新たな木材利用方法による建築モデルである。



図 1-3-1 湖岸に漂着する流木

### 1-2. 研究意義

流木をチップなどの資源として利用することは検討されているが、処理施設までの輸送費用や処理工程の費用など多くの労力がかかる。流木が漂着したその場所にて、流木を資源化し利用する方法があれば、地域内における資源循環を促すことが可能となる。漂着した流木の性能を分析して、建築の構造体として適切に利用することを研究することは地域の自然災害等による環境問題を解決する一つの方策といえよう。そしてこれまで流木を建築の構造材料として活用する研究はまだされていない。



図 1-3-2 流木の回収

### 1-3. これまでの研究の経緯と今回の研究の目的

びわ湖に浮かぶ近江八幡市沖島町にも大量の流木が漂着し、それらの処理対応の問題を抱えていた(図 1-3-1)。そこで2018年度に、沖島を対象とし、漂着した流木の基礎的な調査を行い、建築構造材料としての利用方法を研究してきた。2018年度には島に漂着した流木約100本を用いて、島民と観光客が交流する拠点として休憩所の建設を開始した。



図 1-3-3

2019年10月に一時完成した沖島町の休憩所

本研究では、2018年度に引き続き、沖島町を対象地域として、漂着する流木を調査し、形状や材種の異なる流木を構造体として利用する基礎的な方法論を築くことを目的とする。3Dデジタル測定によって異なる流木の形状を観測し、コンピューテーショナルアプローチと実物強度実験によって、形状・性能にばらつきのある流木材料の集合体として最適な形態と構造を導く基礎的な手法を明らかにすることを目的とする。またこれら一連の研究は、沖島町で2019年度に継続して建設した仮設休憩所を研究の対象試験体(図 1-1-3)として捉え、研究精度を上げて進めていくことが可能となった。

表 7-5-1

No	部材番号 (前頁モデル図の部材 番号と対応)	断面直径 [mm]	積雪時検定比 —	①取り替えてOKとなる 必要径 [mm]	②補強してOKとなる添 え材の必要径 [mm]
1	3	80	1.28	91	64
2	15	55	1.32	63	46
3	22	57	1.31	65	47
4	41	63	1.31	72	52
5	158	75	1.11	81	53
6	197	39	1.80	50	39
7	198	40	1.51	48	37
8	199	42	2.03	56	47
9	200	49	1.36	57	42
10	201	50	2.08	67	56
11	202	38	2.38	53	47
12	204	50	1.30	57	41
13	205	53	2.25	73	63
14	206	44	1.59	54	42
15	207	56	1.30	64	46
16	209	65	1.47	77	58
17	210	44	2.79	65	59
18	211	52	1.26	59	42
19	212	56	1.58	68	52
20	216	56	1.61	69	53
21	217	58	1.83	74	59
22	221	52	1.48	62	47
23	222	54	1.87	70	56
24	226	64	1.11	69	45
25	232	67	2.77	98	89
26	234	45	1.77	57	45
27	238	53	1.44	62	47
28	241	71	1.01	74	41
29	245	55	1.29	63	45
30	248	46	1.73	58	46
31	250	58	1.20	65	43
32	265	58	1.03	61	36
33	276	78	1.03	82	48
34	277	55	1.03	58	34
35	301	56	1.28	64	45
36	303	64	1.17	70	48
37	324	44	1.41	52	38
38	341	92	1.01	96	54
39	360	38	1.70	47	37
40	362	53	1.09	57	36
41	369	48	1.31	55	40
42	370	61	1.12	66	43
43	375	60	1.21	67	46
44	376	43	1.66	53	42
45	377	48	1.57	59	45
46	380	62	1.43	73	54
47	385	78	1.23	87	61
48	388	74	1.04	78	46
49	406	44	1.09	47	30
50	407	35	3.26	55	51
51	408	38	2.28	52	46
52	409	46	1.21	51	36
53	410	40	4.48	69	66
54	411	42	1.13	46	30
55	412	38	1.12	41	27
56	413	50	1.95	66	54
57	414	40	1.28	45	32
58	415	43	1.23	48	34
59	416	48	1.06	51	30
60	418	58	1.69	72	57
61	420	53	1.80	68	54
62	421	54	1.38	63	46
63	424	60	1.09	64	41
64	425	61	1.11	66	42
65	428	59	1.58	72	55
66	429	60	1.55	72	56
67	431	60	1.15	66	44
68	436	73	1.44	86	64
69	441	70	1.44	82	62
70	444	58	1.09	62	39
71	447	78	1.08	83	52

## 7-6. 今後の課題

今後強度が不足している実験体の該当部材を把握し、添え木による補強や材料交換を行って強度を確保する予定である。また異なる材料強度を持つ各流木部材により強度上な最適な構造体をつくる手法の研究を行う予定である。

## 第8章 まとめ

本研究では流木の形状を観測し、コンピューテーショナルアプローチと実物実験によって、ばらつきのある流木材料の集合体として最適な形態と構造体を導く基礎的な手法を明らかにした。ただし、今回は異なる流木の形状を類型化し、コンピューティングによってモデル化を行った結果、部材形状が単純化され、最終的に制作した流木の建築物（実験体）とは異なる形状となった。今後はばらつきのある形状、強度をもつ流木のデジタルデータ化の精度を高め、それらのデータを用いてコンピューティングによる流木の形態生成・構造解析を最適に導く手法に関わる研究を行う予定である。