

## 地域材を利用した建築物

池田 景介\*

Hut Construction with Local Wood Timbers

Keisuke IKEDA \*

### 第1章 はじめに

建築の世界では、1990年代後半に「サステナブル建築」や「サステナブル住宅」についての議論が進んだ。その結果、「地域及び地球レベルでの生態系の収容力を維持しうる範囲内で、建築のライフサイクルを通しての省エネルギー・省資源・リサイクル・有害物質排出抑制を図り、その地域の気候・伝統・文化及び周辺環境と調和しつつ、将来にわたって、人間生活の質を適度に維持あるいは向上させていくことができる建築物」という定義がなされた。これにより、これからの建築に必要なのは、資源のリサイクルや、排出物の抑制という「環境面」と、気候・伝統・文化及び周辺環境との調和という「社会面」、さらに将来にわたって人間生活の質の維持、向上という「生活面」の3要素であることが示されている。

では、近年の建築でこれら3要素は達成されているであろうか？現代建築では「環境面」ならびに「社会面」への配慮を欠き、「生活面」だけが重視される傾向がある。これに対し、古い民家のような住宅では、建築当時は3要素すべてを満足していたと考えられる。現存する古民家においても、「環境面」と「社会面」という2要素は満足している。しかし、生活の利便性などの「生活面」については、急激な時代の変化に取り残された点があり、十分とはいえなくなってきた。このような古民家の例から、生活の利便性に関して新たな技術により対応し、その地域に存在する木材などの天然資源を生態系の収容力を維持しうる範囲内で利用することで、3要素すべてを満足した住宅を建築できると考えられる。

そこで、実際に「環境面」「社会面」「生活面」をできるだけ考慮した木造建築を学生自身が試行的に実践することで、現代の建築の課題について考えることにした。そのため、愛媛大学附属演習林に設置されているものの扉が壊れ、不衛生であるなど改善する点が多い垂れ流し式のトイレにかわり、衛生的で使い勝手の良いコンポストトイレ棟をできるだけ周囲の天然資源を利用して建築した。

この報告書は2001年10月7日～2002年9月15日のおよそ11ヶ月にわたるトイレ棟建築実践の記録である。

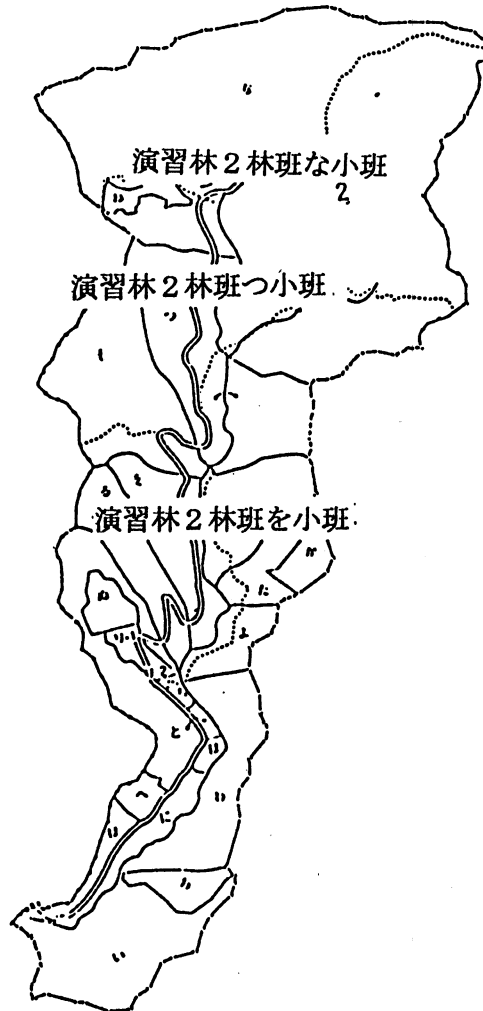
---

\* 森林資源利用システム研究室 Laboratory of Wood Science and Technology

## 第2章 建築実践記録

### — 実践対象地 —

- 建築場所 : 愛媛大学附属演習林2林班つ小班  
取水場所 : 愛媛大学附属演習林2林班な小班  
間伐場所 : 愛媛大学附属演習林2林班を小班



### 建築工程

トイレ棟の建築場所は、演習林2林班つ小班内の林道脇である。きちんと整地されていない場所であり、沢からも離れている。このため、水の確保から始めた。まず、(1)節で全工程の概略を示し、(2)節で各工程の詳細について述べる。

## (1) 建築全工程

図1にトイレ棟完成断面図を示した。この建築は、以下のA～Jの工程により行い、これらに要した人員、使用道具、使用材料をそれぞれ表1～3に示した。

- A [水の確保]
  - 1 川から水を引く。
- B [測量]
  - 2 土地を整地，測量，遣方をする。
- C [分解槽の建築]
  - 3 分解槽部分の穴を掘る。
  - 4 掘った穴の底にセメントで基礎を打つ。(基礎打ち)
  - 5 分解槽部のブロックを積む。
  - 6 透水管を設置する。
  - 7 セメント板(分解槽の天板)を取り付ける。
- D [石垣造り]
  - 8 石を組み，基礎部分を補強する。
- E [トイレ棟基礎]
  - 9 墨出し，フェンス用基礎ブロックを取り付ける。
  - 10 ソイルセメントを打つ。
- F [柱を立てる]
  - 11 間伐を行う。
  - 12 柱をたてる。
- G [屋根をつくる]
  - 13 垂木をつける。
  - 14 屋根を張る。
- H [土壁を塗る]
  - 15 竹小舞用の竹を作る。
  - 16 竹小舞を編む。
  - 17 土壁を塗る。
- I [トイレの設備]
  - 18 攪拌装置を取り付ける。
  - 19 分解槽に受け口をつけ，便器を取り付ける。
- J [その他]
  - 20 その他

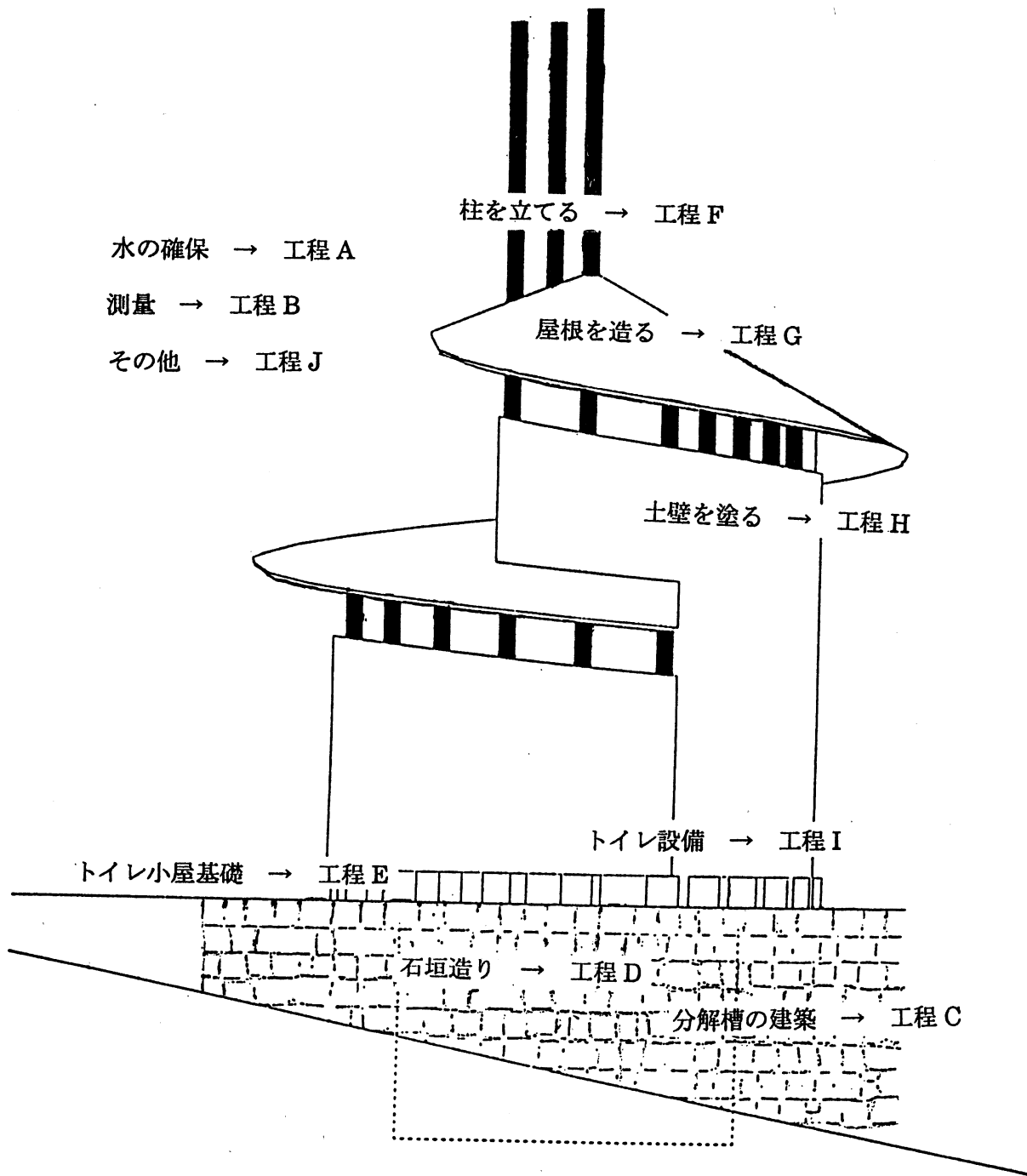


図1 愛媛大学附属演習林コンポストトイレ棟完成図

表1：参加人数表

回数	日付	教官	学生	合計	作業時間	作業番号	主な作業内容
1	2001. 10. 14	4	5	9	6.5	①	水の確保
2	2001. 10. 20	2	12	14	5	②, ③	測量, 根切り
3	2001. 10. 28	5	4	9	1		道具運搬
4	2001. 11. 3	1	1	2	3		砂, 砂利運搬
5	2001. 11. 18	3	18	21	6	④	基礎打ち
6	2001. 11. 24	2	8	10	5	⑤	ブロック積み
7	2001. 12. 1	4	10	14	6	⑤	ブロック積み
8	2001. 12. 9	5	11	16	5	⑥	透水管設置
9	2001. 12. 18	5	9	14	5.5	⑦, ⑧	石垣造り
10	2002. 1. 13	1	3	4	5	⑩	間伐
11	2002. 2. 24						見学会
12	2002. 4. 11	1	2	3	2	⑩	間伐
13	2002. 5. 2	1	2	3	2.5	⑩	間伐
14	2002. 5. 9	1	2	3	3	⑩	間伐
15	2002. 5. 19	4	6	10	6	⑨	墨出し
16	2002. 5. 23	1	3	4	3	⑩	間伐
17	2002. 5. 26	0	1	1	3	⑨	墨出し
18	2002. 6. 2	2	6	8	5	⑨	墨出し
19	2002. 6. 20	1	2	3	3	⑩	間伐
20	2002. 7. 4	2	5	7	6	⑩	間伐
21	2002. 7. 9	1	1	2	3	⑩	間伐
22	2002. 7. 11	2	7	9	4	⑩	間伐
23	2002. 7. 12	0	4	4	4.5	⑩	間伐
24	2002. 7. 13	5	30	35	6	⑩, ⑫, ⑮	建前
25	2002. 7. 14	5	29	34	8	⑫, ⑬, ⑯	建前
26	2002. 7. 15	1	1	2	1		台風対策
27	2002. 7. 16	1	1	2	1		調査
28	2002. 7. 17	0	1	1	5	⑩	間伐
29	2002. 7. 20	4	5	9	6	⑯, ⑰	屋根張り, 壁造り
30	2002. 7. 21	5	4	9	6	⑯, ⑰	屋根張り, 壁造り
31	2002. 7. 25	1	4	5	3	⑯, ⑰	屋根張り, 壁造り
32	2002. 7. 27	2	4	6	6	⑯, ⑰	屋根張り, 壁造り
33	2002. 7. 28	3	5	8	6	⑯, ⑰	屋根張り, 壁造り
34	2002. 8. 4	4	8	12	7	⑯, ⑰	屋根張り, 壁造り
35	2002. 8. 10	3	1	4	6	⑰	壁造り
36	2002. 8. 11	3	5	8	5	⑱	攪拌装置
37	2002. 9. 1	2	3	5	4	⑲	受口製作
38	2002. 9. 14	4	2	6	6	⑲, ⑳	掃除
合計		91	225	316	169		

- 1) 作業番号は報告内の「建築全行程」と対応している。
- 2) 作業時間の単位は「時間」で示している。
- 3) 11回目は作業をしていないため人数を省いた。

表2：使用道具一覧表

道具名	使用箇所	使用用途	主な使用内容
しの	①, ⑬	水引き, 足場組み	ばんせんをしめる。
鍬	②, ③, ⑥, ⑧	根切り	穴を掘る。
スコップ	②, ③, ⑥, ⑧	根切り	穴を掘る。
一輪車	②, ③, ⑥, ⑧	根切り	物を運ぶ。
みつまた	②, ③, ⑥, ⑧	根切り	耕す。
バケツ	②, ③, ⑥, ⑧	根切り, 基礎打ち	物を運ぶ。
オートレベル	②	測量	水準測量をする。
三脚	②	測量	レベルの足。
箱尺	②	測量	高さを測る。
巻尺	②	測量	長さを測る。
金槌	②, ⑭	遣方, 屋根張り	釘を打つ。
メジャー	②, ③, ⑪	測量	長さを測る。
鉄筋曲板	③	基礎打ち, ブロック積み	鉄筋を曲げる。
トロ舟 (大)	④, ⑤, ⑨, ⑩	基礎打ち, ブロック積み	セメントなどをこの中で混ぜる。
トロ舟 (小)	④, ⑤, ⑨, ⑩	基礎打ち, ブロック積み	セメントなどをこの中で混ぜる。
ブロックごて	④, ⑤, ⑨, ⑩	基礎打ち, ブロック積み	コンクリート, モルタルを打つのに使用
レンガごて	④, ⑤, ⑨, ⑩	基礎打ち, ブロック積み	コンクリート, モルタルを打つのに使用
金ごて	④, ⑤, ⑨, ⑩	基礎打ち, ブロック積み	コンクリート, モルタルを打つのに使用
仕上げごて	④, ⑤, ⑨, ⑩	基礎打ち, ブロック積み	コンクリート, モルタルを打つのに使用
水準器	④, ⑤, ⑨, ⑩	基礎打ち, ブロック積み	水平をみるのに使用
墨つば	⑤, ⑨	墨出し	墨だしに使用。
ドリル	⑦	便槽天井の製作	セメント板に穴を開ける。
発電機	⑦, ⑫	便槽天井の製作	発電する。
マーキングチョーク	⑪	間伐	間伐した木をマークする。
チェーンソー	⑪	間伐	木を切る。
なた	⑪	間伐	枝をはらう。
手斧	⑪	間伐	枝をはらう。
鋸	⑪	間伐	木を切る。
竹割器	⑫	土壁造り	竹を1/4または, 1/6に割る。
木槌	⑫	土壁造り	竹を割る。杭を打ち込む。
電動鉋	⑫	柱立て	鉋がけをする。
インパクトドライバー	⑬	柱立て, 屋根張り	ビスをしめる。

- 1) 使用箇所番号は報告内の「建築全工程」と対応している。
- 2) 主な使用内容では簡単に何に使ったか示した。

表3：使用材料一覧表

材 料 名	使用箇所	使用用途	主な使用内容
ばんせん	①, ⑬	水引き, 足場組み	結合させる。
塩ビパイプ	①	水引き	水を引くのに使用。
石	⑧	石垣組み	トイレ棟のまわりの石垣に使用。
杭	②	遣方	遣方時使用。
杉板	②, ⑱	遣方, 屋根張り	遣方時使用。
釘	②, ⑭, ⑲	遣方, 屋根張り	結合させる。
水糸	②	遣方	測量時に使用。
ワイヤーメッシュ	④	基礎打ち	分解槽の底になる。
針金	④	基礎打ち	統合させる。
鉄筋	④	基礎打ち	鉄筋コンクリートの骨組みになる。
セメント	④, ⑤, ⑨, ⑩	基礎打ち, ブロック積み	コンクリート, モルタルを練る時使用。
砂利	④, ⑥, ⑨	基礎打ち	コンクリートを練る時使用。
砂	④, ⑤, ⑨, ⑩	基礎打ち, ブロック積み	コンクリート, モルタルを練る時使用。
ブロック (大)	⑤	ブロック積み	分解槽の壁になる。
ボルト	⑤, ⑦	便槽天井の接合	ブロックとセメント板の接合。
防水ビニールシート	⑤	分解槽製作	分解槽への水分の介入, 湿気を防ぐ。
透水管	⑥	分解槽製作	分解槽への水分の介入を防ぐ。
ネジ	⑦	分解槽天板の接合	ブロックとセメント板の接合。
セメント板	⑦	分解槽天板の接合	分解槽の天板になる。
基礎フェンス	⑨	柱立て	柱の土台になる。
土	⑩	土間コン	ソイルセメントに使用。
瓦	⑩	装飾	通路のインテリアに使用。
ガソリン	⑪	間伐	チェーンソーに使用。
サイクルオイル	⑪	間伐	チェーンソーに使用。
チェーンソーオイル	⑪	間伐	チェーンソーに使用。
間伐材	⑪, ⑫, ⑬	柱, 垂水, 足場	柱, 垂木, 足場に使用。
竹	⑮	土壁の下地	壁の下地に使用。
木ビス	⑬, ⑭	屋根張り	結合させる。
杉板 (屋根用)	⑭	屋根張り	屋根の下地になる。
ハンマータッカー針	⑭	屋根張り	ハンマータッカー用の針
アスファルト防水シート	⑭	屋根張り	雨が屋根に染み込みのを防ぐ。
ウッドシェイク	⑭	屋根張り	屋根材
攪拌装置	⑭	攪拌装置の設置	攪拌装置

- 1) 使用箇所番号は報告内の「建築全工程」と対応している。
- 2) 主な使用内容では簡単に何に使ったかを示した。

## (2) 建築工程の詳細

### - A (水の確保) -

#### 1. 川から水を引く。

##### ① パイプを使用し、水を引く。

作業や、食事、手洗いのためにまず水を確保した。図2に示した建築予定地より標高の高い位置にある川から塩ビパイプを使用し水を引いた。標高差はおよそ50m。パイプの長さはおよそ140mであった。

使用道具 : しの

材 料 : ばんせん, 塩ビパイプ

作業時間 : 約6.5時間

##### ② 取水口をつくる。

取水口をつくるために、石を組み小さな堰堤をつくり、少々の土砂流出に耐えられるようにした。また、水を貯めて潤水時期にも水勢が落ちないように水圧を保つようにした。

使用道具 : なし

材 料 : 石

作業時間 : 約3時間

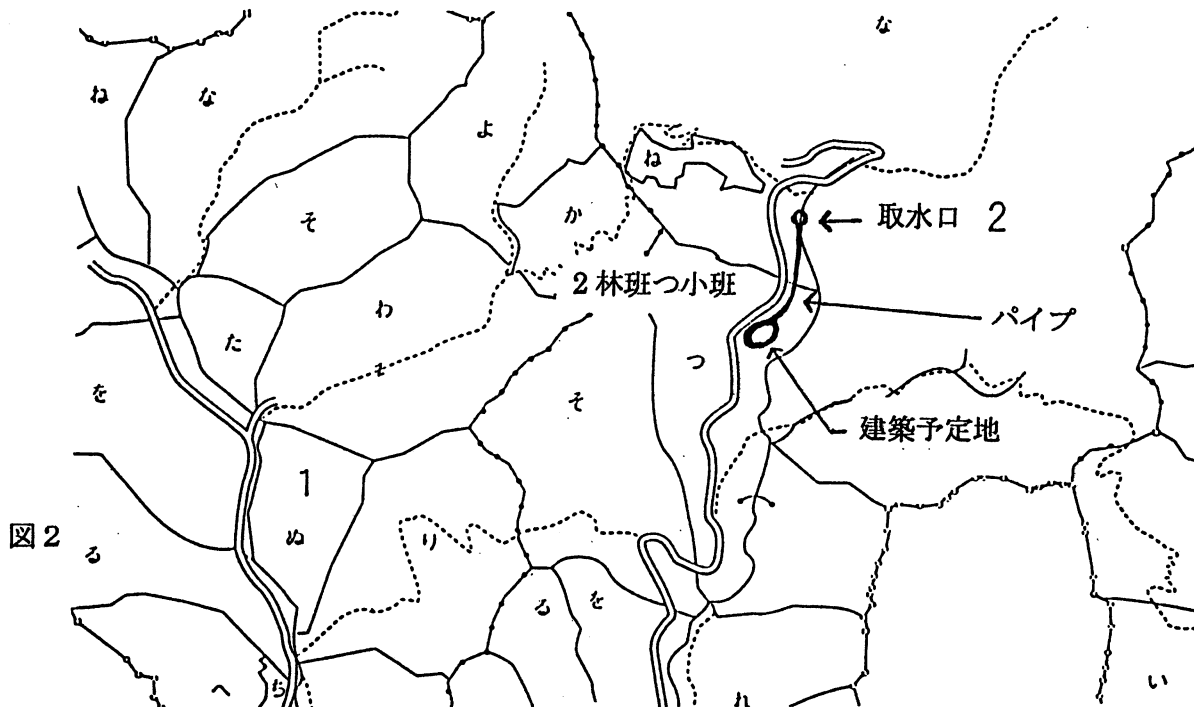


図2 愛媛大学農学部附属演習林内の建築予定地と取水口の位置



2. 土地を整地, 測量, 遣方をする。

① 草木を刈り, 整地する。

人間は水平の場所を自然に求め, 水平の場所でないと落ち着くことができない。また, 水平の場所に垂直に柱を建てる構造が周りからの衝撃に強い構造である。したがって建築に際して水平と垂直を出すことが大事である。建設予定地は草木に覆われた斜面であったため, まず草木を刈り斜面部分をおおよそ水平になるように整地した。

使用道具 : 鋤, スコップ, 一輪車, みつまた, バケツ

材 料 : なし

所要時間 : 約5時間

② 土地を測量し, 遣方を行う。

測量の結果からトイレ棟を建てる位置を杭と板(図3)で囲んだ。この水準面をつくる方法を遣方という。遣方の意義は, 基準となる水準面からいくら上に上がっているか, いくら下に下がっているかで建築物ならびにそれぞれのパーツの位置を決める事にある(図4)。

使用道具 : オートレベル, 三脚, 箱尺, 巻尺, 金鋺, メジャー

材 料 : 杭, 杉板, 釘, 水糸,

所要時間 : 約3時間

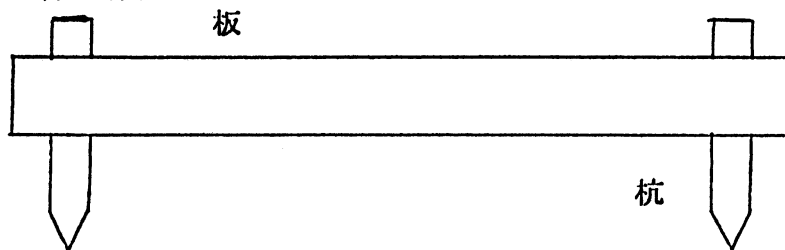


図3 型枠図(遣方時使用)

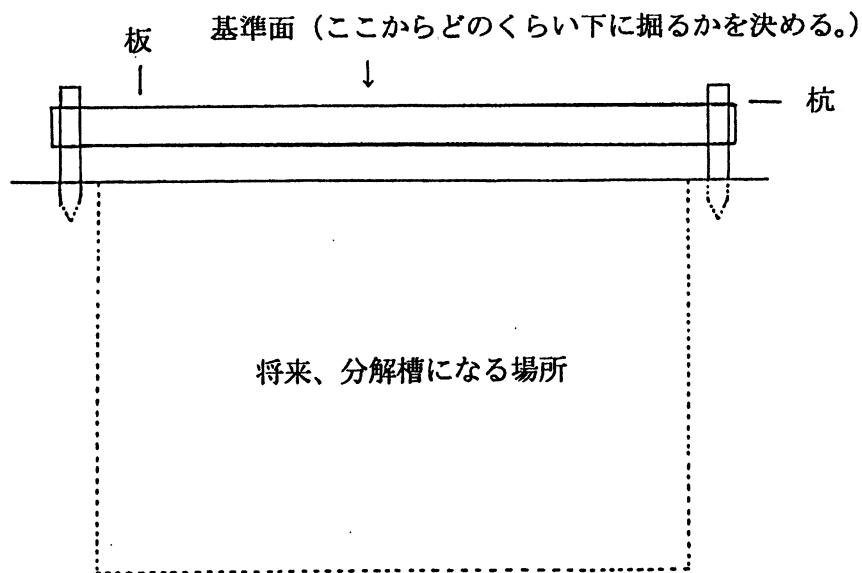


図4 遣方図(断面図)

－ C (分解槽の建築) －

3. 分解槽部分の穴を掘る。

① 分解槽部分の穴を掘る。

遺方により決めたトイレの分解槽の位置に穴を掘った。

分解槽自体の大きさは100cm (幅) × 200cm (奥行) × 100cm (深さ) のため、作業しやすいように、幅と奥行は50cmずつ大きめに掘った (図5、図6)。

掘り起こした土で分解槽前の道を舗装した。

使用道具 : スコップ, 鍬, 一輪車, みつまた, バケツ

材 料 : なし

所要時間 : 約6時間

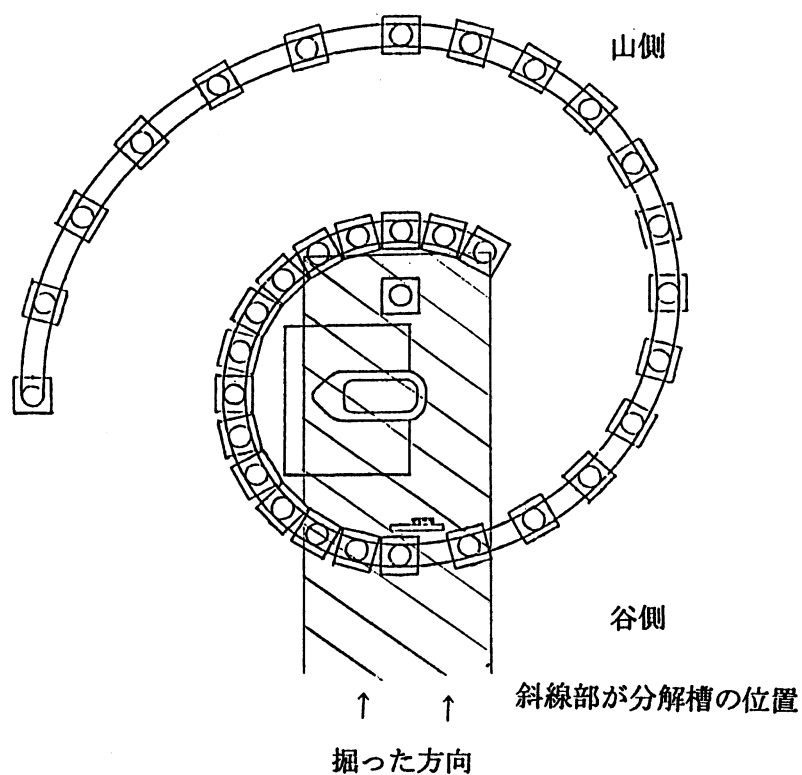


図5 平面設計図

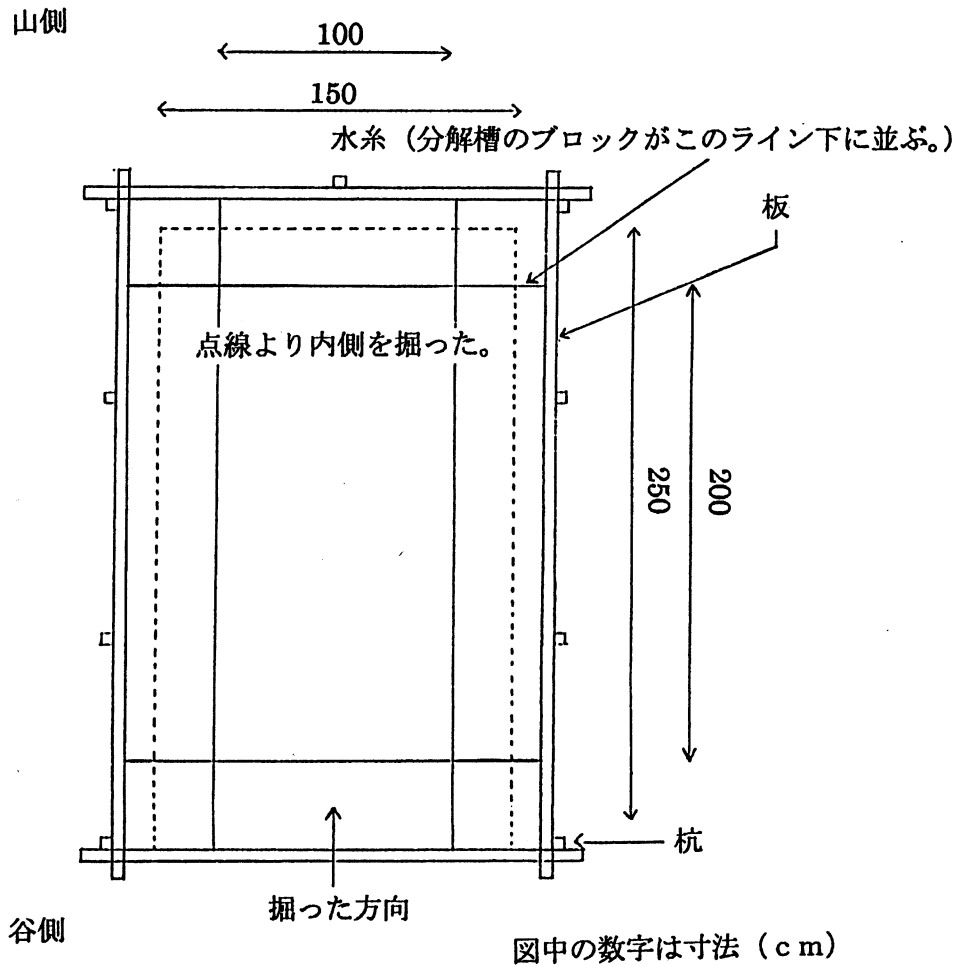


図6 遣方 (平面図)

4. 掘った穴の底にセメントで基礎を打つ (基礎打ち)。

① ワイヤーマッシュと鉄筋を結合させる。

穴の底に置くワイヤーマッシュに針金を使い、鉄筋を結合させた (図7, 8)。

使用道具 : 鉄筋曲板, メジャー

材 料 : 針金, 鉄筋, ワイヤーマッシュ

作業時間 : 約1時間

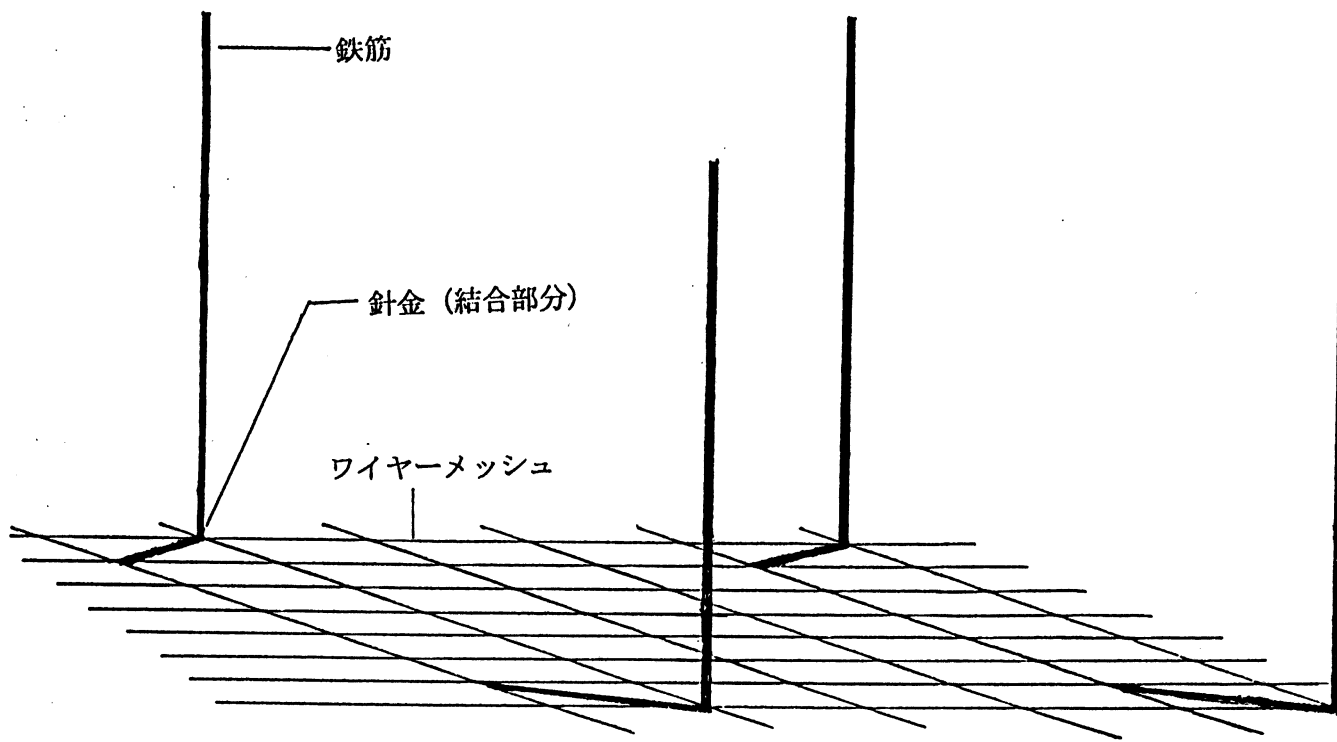
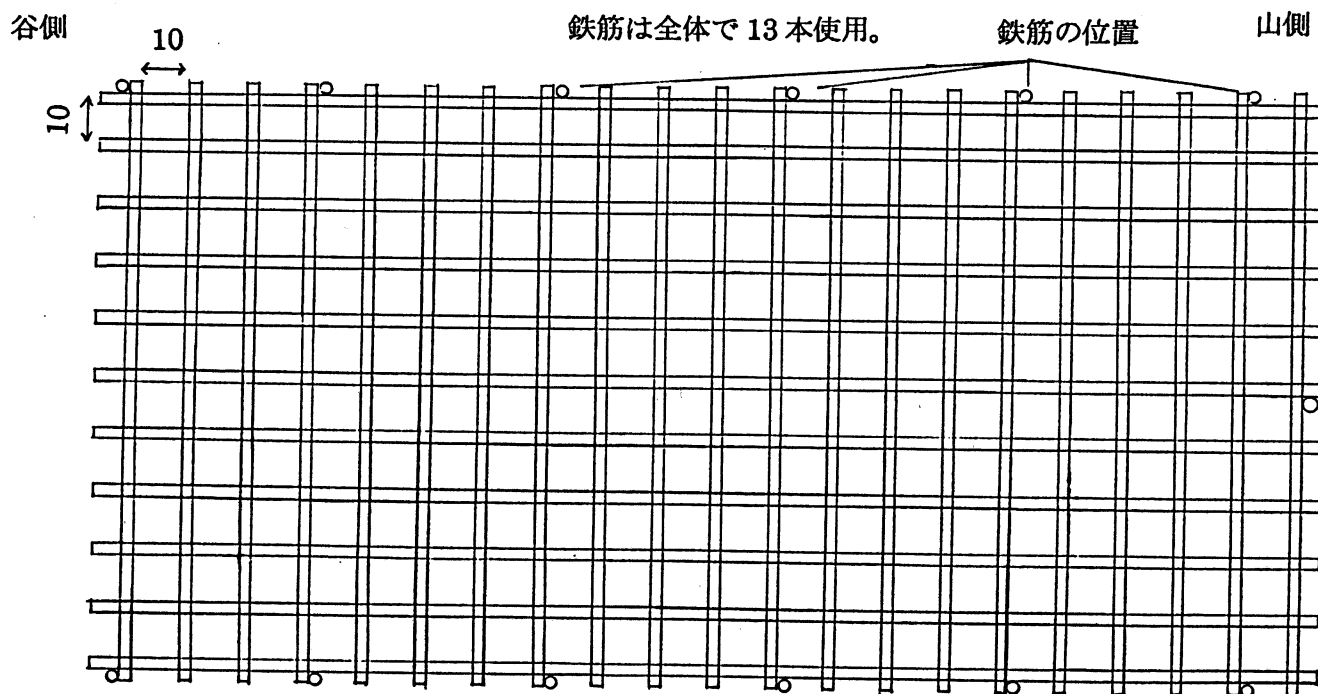


図7 ワイヤーメッシュ, 鉄筋結合図



鉄筋の合計の長さはおよそ 15m。(結合部分を含む)

図中の数字は寸法 (cm)

図8 ワイヤーメッシュ平面図

② 分解槽の底に砂利を敷き、鉄筋と結合したワイヤーメッシュを分解槽の底にセットする。ワイヤーメッシュが直接土に触れるのを避け、土中の水分でワイヤーメッシュが錆びてしまうのを防ぐため分解槽の底に砂利を敷いた(図9)。分解槽の底の強度をあげるためワイヤーメッシュを敷いた。鉄筋は分解槽のブロックを積み上げる際、ブロック端の溝を通るようにするためである(図11, 12参照)。

使用道具 : なし

材 料 : ワイヤーメッシュ, 鉄筋, 針金

作業時間 : 約1時間

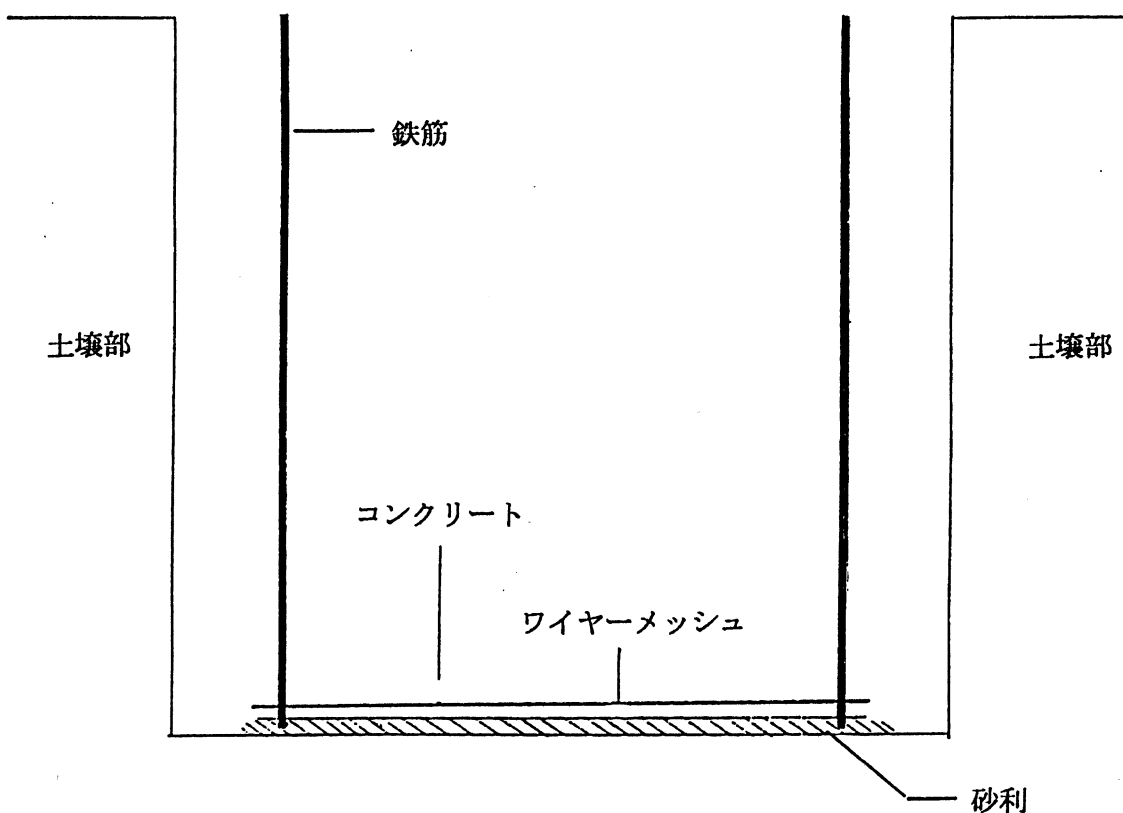


図9 分解槽断面図

③ コンクリートを打つ。

コンクリートはセメント, 砂, 砂利から構成されており, 比率はセメント:砂:砂利=1:3:3である。水は気温, 湿度などを考慮して加減しながら入れた。

水準器で水平を確認しながらワイヤーメッシュを包み込むようにコンクリートを打った。

使用道具 : 左官道具, 水準器

材 料 : ワイヤーメッシュ, 鉄筋, 針金, セメント, 砂利, 砂

作業時間 : 約7時間

5. ブロックを積む。

① ブロックの設置位置を墨だしする。

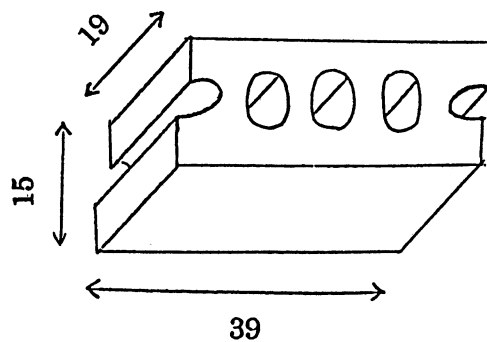
④-3の工程でうったコンクリートの上に、図6に示した水系の位置から垂直に分解槽まで下ろしたブロックの設置位置を墨だし（セメント上に図を描く事）する。

- 使用道具 : 墨つば  
材 料 : なし  
作業時間 : 約1.5時間

② ブロックを積む。

ブロックは鉄筋と鉄筋の間にはさみこむようにのせていった。鉄筋をとおした穴にはモルタルを詰めて入れた。モルタルと鉄筋を組み合わせることにより垂直方向の力、水平方向の力両方に対して強さを維持できる（鉄筋コンクリート）。ここで、モルタルとは セメント：砂＝1：3でまぜたもので接着剤の代りを果たす。ブロックは15cm×19cm×39cm（図10）の大きさのものを使用し縦方向に6つ、横方向に5つ、全体で72個使った。一段ずつ12個のブロックを並べる度に水平を確認していった（図11, 12）。

- 使用道具 : 左官道具, 水準器  
材 料 : ブロック, 砂, セメント  
作業時間 : 約9.5時間



図中の数字は寸法（cm）

図10 ブロック寸法図

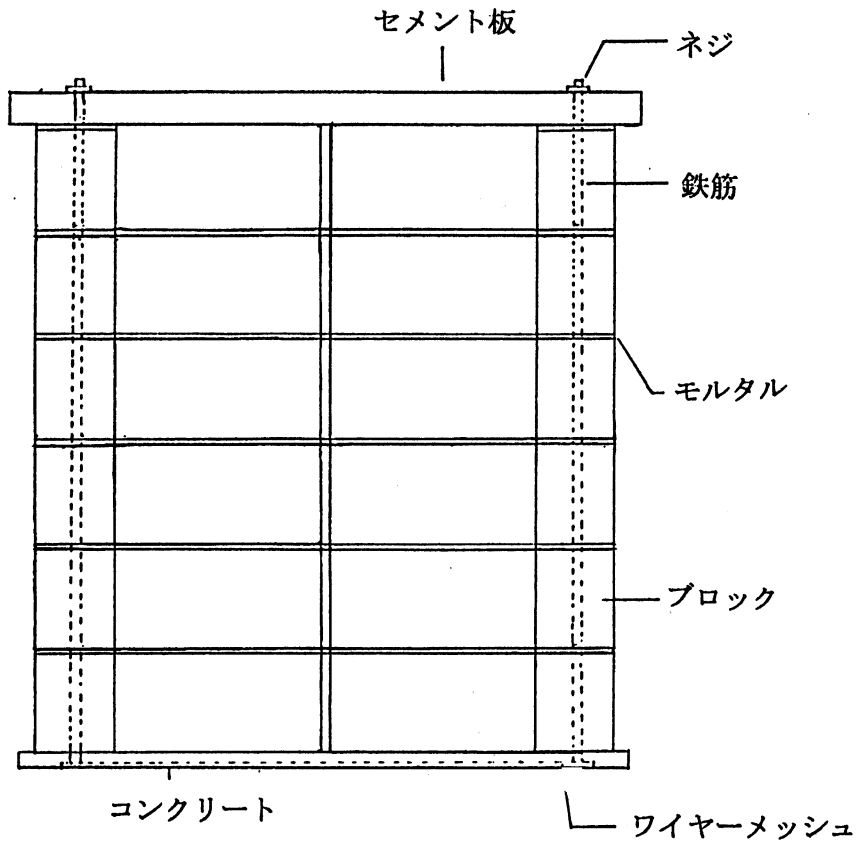


図11 鉄筋, ブロック設置図 (正面図)

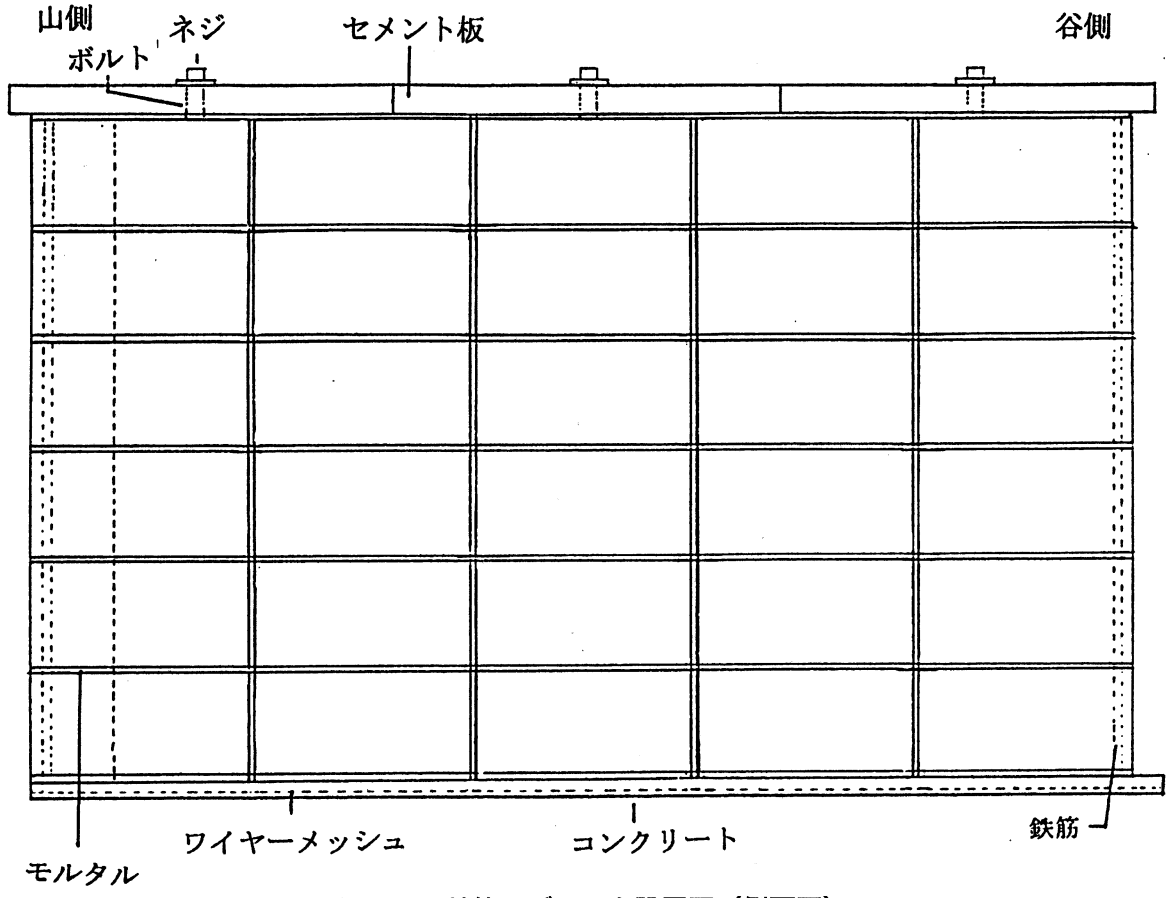


図12 鉄筋, ブロック設置図 (側面図)

③ セメント板の結合のためのボルトを埋め込む。

6段ブロックを積んだ後、6段目のブロックの上にモルタルをのせボルト埋め込んだ。このボルトはセメント板（分解槽の天板）をとめる時に使用する。その上から分解槽を包み込むように防水ビニルシートをかけ、分解槽を周りの湿気から守るようにした（図15参照）。

使用道具 : 左官道具

材 料 : 砂, セメント, ボルト, ビニルシート

作業時間 : 約1時間

6. 透水管を設置する。

① 透水管を設置する。

ブロックで築いた分解槽の両側の外側をさらに20cmほど深く掘り砂利を敷き詰め、その上に直径10cm、長さ150cmの透水管を置いた。さらに、透水管の上にも砂利を敷き、その上に大きめの石を入れ、最後に土で埋めていった。

透水管は、プラスチック製のメッシュ状になっているパイプで、図13のように通常パイプとしての役割を果たさず水は地中に浸透するが、雨が降り土中に大量の水が含まれると図14のようにパイプの中を水が流れだす。分解槽の周りの水はけを良くし分解槽内部に湿気が溜まらないようにするため設置した。

使用道具 : スコップ, 鍬, 一輪車, みつまた, バケツ

材 料 : 透水管, 砂利

作業時間 : 約5時間

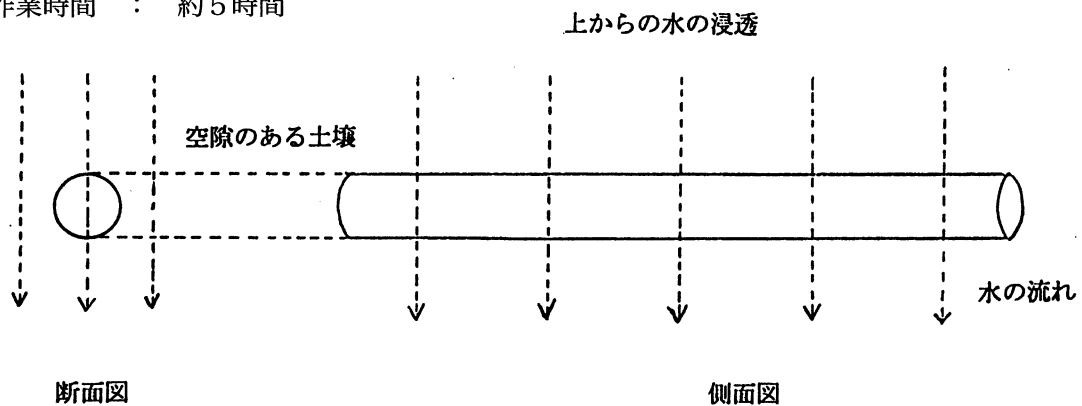
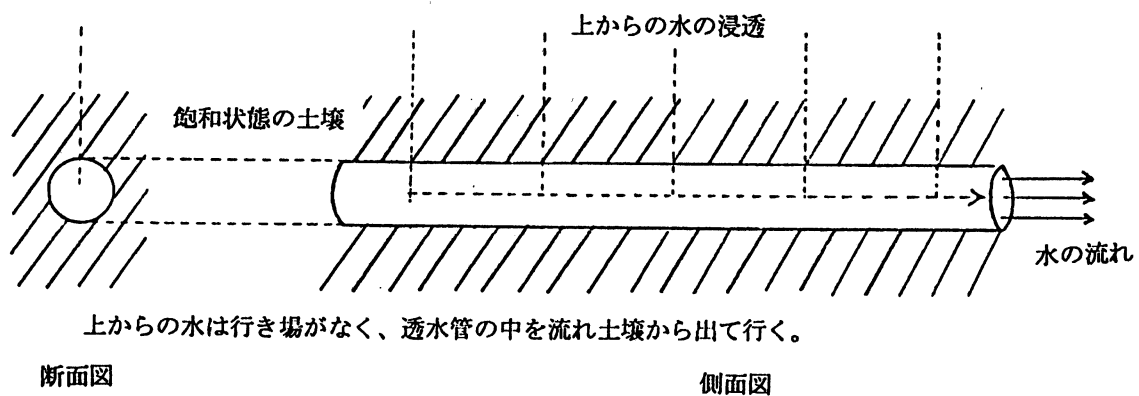


図13 透水管図（晴天時）



上からの水は行き場がなく、透水管の中を流れ土壌から出て行く。

図14 透水管図（雨天時）



透水管用に掘った穴

透水管用に掘った穴

大きい石を入れた後、  
土を入れる。

大きい石を入れた後、  
土を入れる。

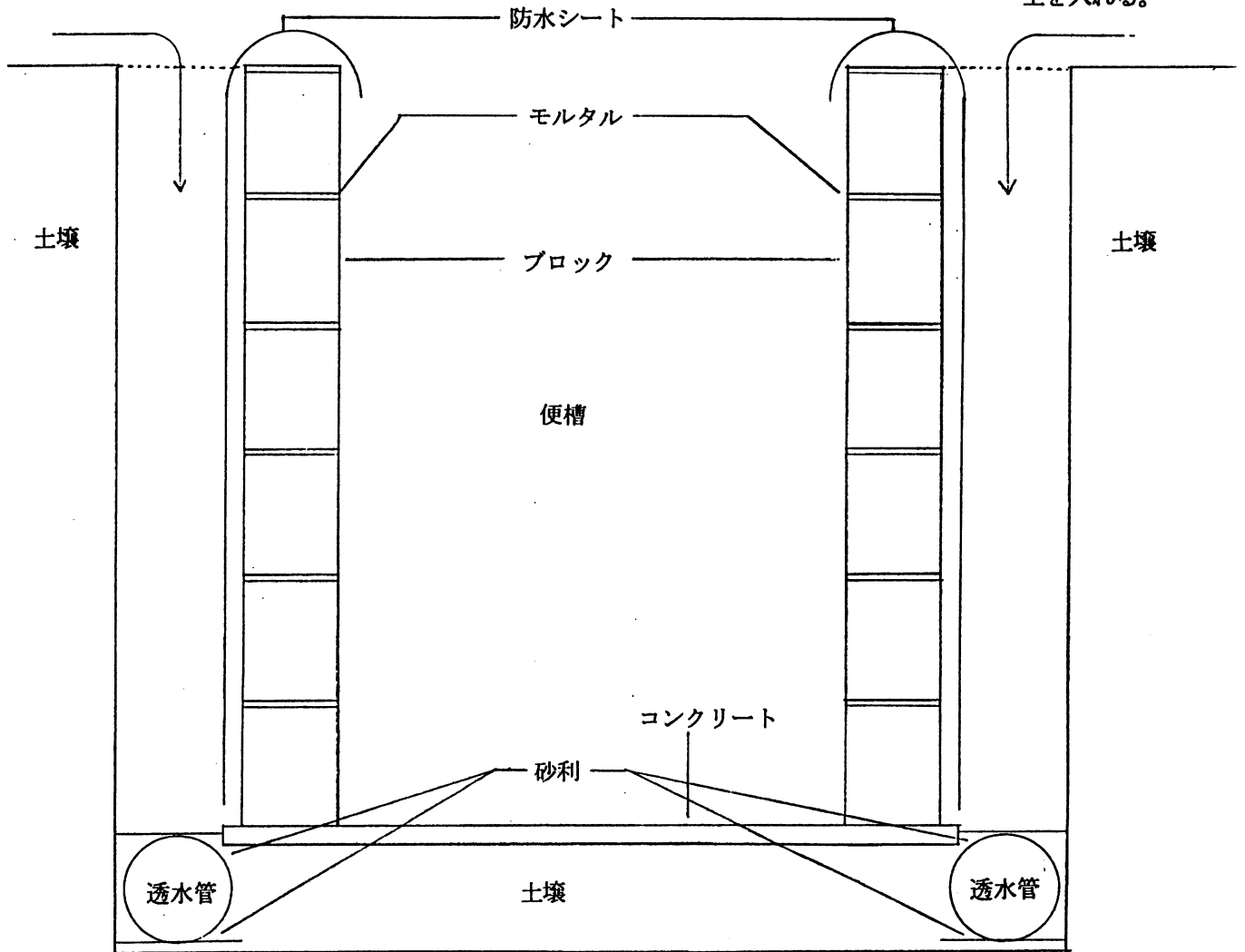


図15 透水管セット図 (断面図)

7. セメント板（分解槽天板）を取り付ける。

① ドリルでセメント板に穴を開け取り付ける。

ブロックで築いた分解槽の上に便器を設置するセメントを3枚組み合わせて取り付ける。セメント板1枚の寸法は6cm×120cm×62cmである（図16）。

セメント板は一枚につき左右二ヶ所にドリルで穴をあけてボルトを通しネジでしめた。

使用道具：ドリル

材 料：ボルト、ネジ、セメント板

作業時間：約3時間

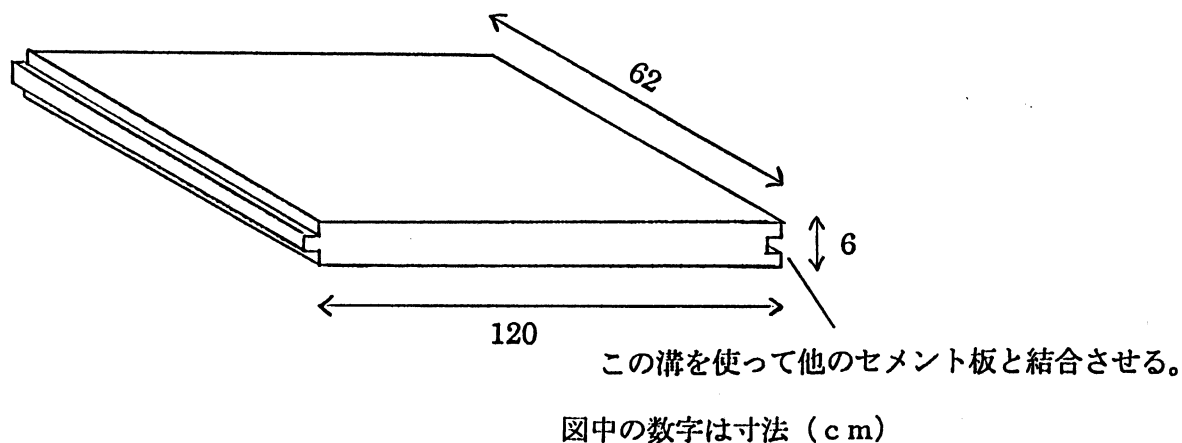


図16 セメント板寸法図

- D (石垣造り) -

8. 石垣を組む。

① 石垣を組む。

トイレ棟の外周部をまわりの山から掘り起こした石で囲んだ。その石垣で囲んだ中に分解槽の上部と同じ高さになるまで土をいれ固めた。石垣は時間が経つにつれて上の石の重みで石垣がより強いものとなるように、二つの石にまたがり上の石がのるように組んだ。

使用道具：スコップ、鍬、一輪車、みつまた、バケツ

材 料：石

作業時間：約5.5時間

－ E (トイレ棟基礎) －

9. 柱位置の墨出し、ならびにフェンス用基礎ブロックを取り付ける。

① 捨てコンクリートをうつ。

地面にフェンス用基礎ブロック(柱)の位置を正確に写し出す為、水平をみながら薄くコンクリートを打った。このコンクリートのことを捨てコンと呼んでいる。

使用道具 : 左官道具

材 料 : セメント, 砂, 砂利

作業時間 : 約3時間

② 捨てコン上に墨出しをする。

捨てコンクリート上に柱を据えつけるフェンス用基礎ブロック(図17)の位置を墨出しする。

使用道具 : 墨つぼ

材 料 : なし

作業時間 : 約6時間

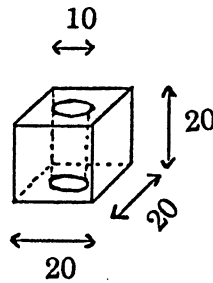


図17 フェンス用基礎ブロックの寸法図

③ フェンス用基礎ブロックを取り付ける。

フェンス用基礎ブロックは20cm×20cm×20cmの正方形のブロックで直径10cmの穴が開いておりこの穴に柱を通す。モルタルでフェンス用基礎ブロックを取り付けていく。分解槽天板のセメント板上のフェンス用基礎ブロックは、セメント板とフェンス用基礎ブロックがモルタルでは接合強度不足のため、エポキシ接着剤で接合させた(図18)。

使用道具 : 左官道具

材 料 : 基礎フェンス, セメント, 砂, エポキシ接着剤

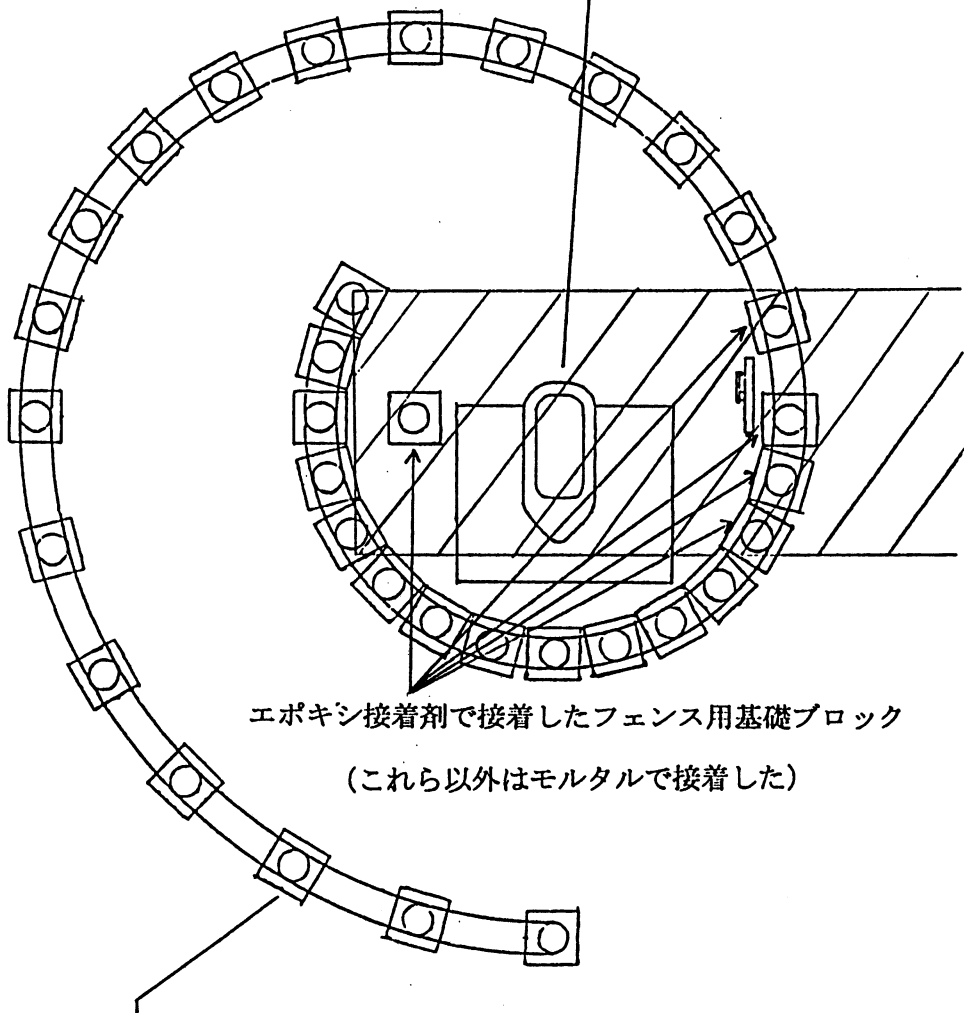
作業時間 : 約5時間

山側

谷側

捨てコンクリートをうった場所

便器を設置する場所 (予定)



エポキシ接着剤で接着したフェンス用基礎ブロック  
(これら以外はモルタルで接着した)

フェンス用基礎ブロックの位置 (墨だし⑨-2の工程でセメント上に示したものの)

図中の斜線部はセメント板の位置 (⑦の工程で結合させたもの)

図18 平面設計図

10. ソイルセメントを打つ。

① ソイルセメントを打つ。

ソイルセメントは、砂+セメント+土の混合物のことである。土壁の色との調和という点からソイルセメントを使用した。

使用道具 : 左官道具

材 料 : セメント, 砂, 土

作業時間 : 約2時間

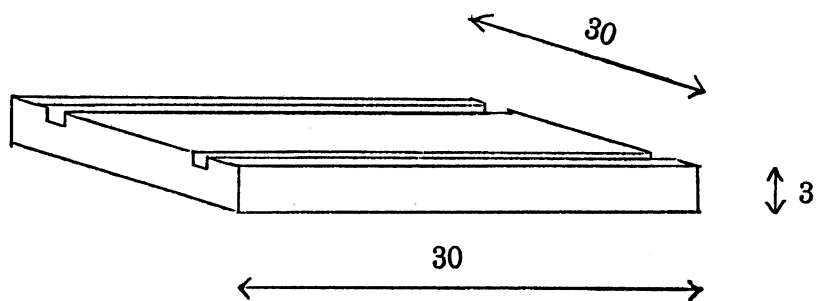
② 通路に瓦を設置する。

入口から便器の位置までらせん状に瓦を置いた (図19, 20)。

使用道具 : なし

材 料 : 瓦

作業時間 : 約2時間



図中の数字は寸法 (c m)

図19 瓦寸法図

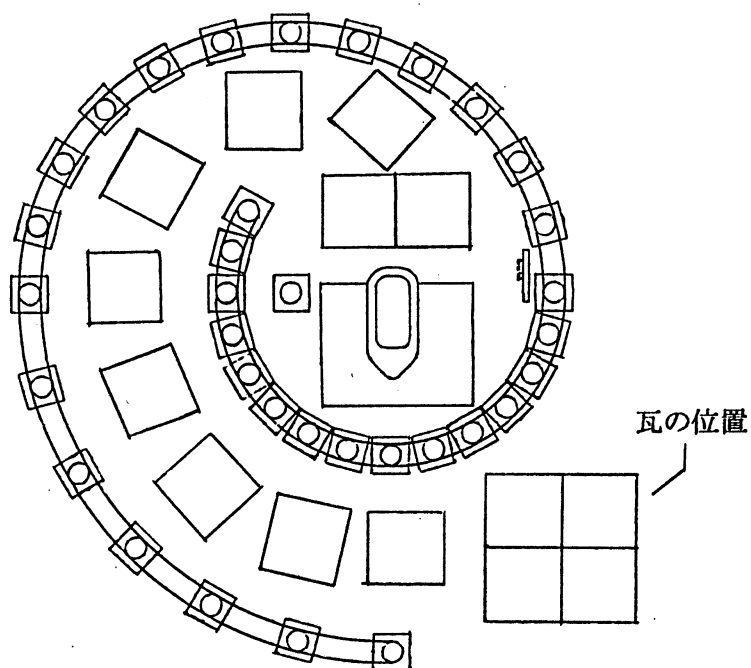


図20 瓦の設置図

- F (柱を立てる) -

11. 柱材を伐倒する。

① 木を選び、伐倒する。

2林班の25年生ヒノキを伐倒した。直径は元口6cm以上と10cm以上、長さは1m～6mで詳細を表4～7に載せた。

使用道具 : マーキングチョーク, チェンソー, メジャー, 鋸, なた, 手斧

材 料 : オイル

作業時間 : 約38.5時間

表4 玉出し表

No.	(10・600)	(10・400)	(10・300)	(10・200)	(6・200)	(6・100)	合 計
1		1			2		3
2		1			2		3
3		1	1				2
4		1			1		2
5		1			1		2
6		1			1		2
7						1	1
8		1					1
9		1			1	1	3
10			1				1
11		1			1		2
12		1				1	2
13		1			1		2
14		1					1
15		1			1		2
16						3	3
17			1				1
18			1				1
19			1				1
20						1	1
21						2	2
22		1				1	2
23		1					1
24			1				1
25			1				1
26		1					1
27			1			1	2
28			1				1
29				1			1
30			1				1
31			1				1
32				1			1
33			2				2
34			1				1
35	1						1
合 計	1	16	14	2	11	11	55

1) この表は一本の木からいくつ材を採りだしたかを示している。

2) 表中の ( ) 内の数字は元口直径・長さを示している。(単位cm)

3) No.は伐倒した順番につけてある。

表5 柱材投入表

No.	使用場所	樹種	長さ(m)	本数	材積
A-1	柱	ヒノキ	1.90	1	0.019
A-2	柱	ヒノキ	1.98	1	0.020
A-3	柱	ヒノキ	2.06	1	0.021
A-4	柱	ヒノキ	2.14	1	0.021
A-5	柱	ヒノキ	2.22	1	0.022
A-6	柱	ヒノキ	2.30	1	0.023
A-7	柱	ヒノキ	2.38	1	0.024
A-8	柱	ヒノキ	2.44	1	0.024
A-9	柱	ヒノキ	2.50	1	0.025
A-10	柱	ヒノキ	2.56	1	0.026
A-11	柱	ヒノキ	2.62	1	0.026
A-12	柱	ヒノキ	2.68	1	0.027
A-13	柱	ヒノキ	2.74	1	0.027
A-14	柱	ヒノキ	2.80	1	0.028
A-15	柱	ヒノキ	2.86	1	0.029
A-16	柱	ヒノキ	2.92	1	0.029
A-17	柱	ヒノキ	2.98	1	0.030
A-18	柱	ヒノキ	3.04	1	0.030
A-19	柱	ヒノキ	3.10	1	0.031
A-20	柱	ヒノキ	3.16	1	0.032
A-21	柱	ヒノキ	3.23	1	0.032
A-22	柱	ヒノキ	3.29	1	0.033
A-23	柱	ヒノキ	3.35	1	0.034
A-24	柱	ヒノキ	3.42	1	0.034
A-25	柱	ヒノキ	3.48	1	0.035
A-26	柱	ヒノキ	3.54	1	0.035
A-27	柱	ヒノキ	3.60	1	0.036
A-28	柱	ヒノキ	3.67	1	0.037
A-29	柱	ヒノキ	3.73	1	0.037
A-30	柱	ヒノキ	3.79	1	0.038
A-31	柱	ヒノキ	3.86	1	0.039
A-32	柱	ヒノキ	3.92	1	0.039
A-33	柱	ヒノキ	3.98	1	0.040
A-34	中心柱	ヒノキ	5.02	1	0.040
合計				34	1.033

- 1) No.は柱材の長さ順に付けてある。
- 2) 柱材の直径は10cm
- 3) 材積の計算は末口二乗法を使用している。(単位m<sup>3</sup>)

表6 垂木材投入表

No.	使用場所	樹種	長さ(m)	本数	材積
B-1	屋根	ヒノキ	0.43	1	0.002
B-2	屋根	ヒノキ	0.48	1	0.002
B-3	屋根	ヒノキ	0.54	1	0.002
B-4	屋根	ヒノキ	0.59	1	0.002
B-5	屋根	ヒノキ	0.65	1	0.002
B-6	屋根	ヒノキ	0.70	1	0.003
B-7	屋根	ヒノキ	0.76	1	0.003
B-8	屋根	ヒノキ	0.81	1	0.003
B-9	屋根	ヒノキ	0.87	1	0.003
B-10	屋根	ヒノキ	0.92	1	0.003
B-11	屋根	ヒノキ	0.98	1	0.004
B-12	屋根	ヒノキ	1.03	1	0.004
B-13	屋根	ヒノキ	1.09	1	0.004
B-14	屋根	ヒノキ	1.14	1	0.004
B-15	屋根	ヒノキ	1.19	1	0.004
B-16	屋根	ヒノキ	1.25	1	0.005
B-17	屋根	ヒノキ	1.31	1	0.005
B-18	屋根	ヒノキ	1.36	1	0.005
B-19	屋根	ヒノキ	1.42	1	0.005
B-20	屋根	ヒノキ	1.47	1	0.005
B-21	屋根	ヒノキ	1.53	1	0.005
合計				21	0.075

- 1) No.は柱材の長さ順に付けてある。
- 2) 柱材の直径は6cm
- 3) 材積の計算は末口二乘法を使用している。(単位m<sup>3</sup>)

表7 木拾表

	垂木材 (直径6cm)	柱材 (直径10cm)	丸田使用総本数	材積
1m材	11		11	0.029
2m材	10	2	12	0.085
3m材		15	15	0.382
4m材		16	16	0.562
6m材		1	1	0.050
合計	21	34	55	1.108

- 1) 材積の計算は末口二乘法を使用している。(単位m<sup>3</sup>)



## 12. 柱をたてる。

### ① 皮を剥ぐ。

なたで先端を削った竹を使用し、樹皮を剥いだ。

使用道具 : なた, 竹割器, 木槌, 鋸

材 料 : 間伐材 (柱材), 竹

作業時間 : 約20時間

### ② フェンス用基礎ブロックに入るように電動鉋で元口を削る。

皮を剥いだ材の元口部分を基礎フェンスに入るように鉋で削った (図21)。

使用道具 : 電動鉋, 発電機

材 料 : 間伐材 (柱材)

作業時間 : 約5時間

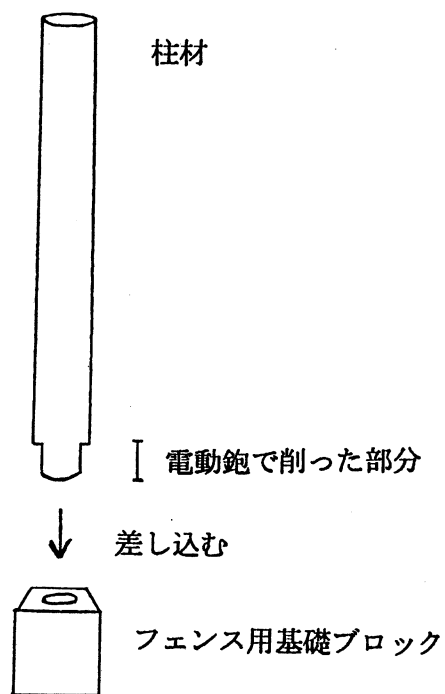


図21 フェンス用基礎ブロック, 柱材結合図

### ③ 柱を立てる。

最初に大黒柱である中心柱をいれ、次に外側から中心に向かって柱をフェンス用基礎ブロックに入れていった。

使用道具 : なし

材 料 : 間伐材 (柱材)

作業時間 : 約12時間

13. 垂木をつける。

① 足場を組む。

屋根の最上部約5mに合わせて材を組み足場を作った。

使用道具 : しの

材 料 : ばんせん, 間伐材10本程度

作業時間 : 約1時間

② 垂木をつける

屋根を支える垂木を柱と中心の柱の2ヶ所を木ビスにより固定した  
(垂木に使用した木の寸法, 本数は図20の木拾表を参照)。

トイレ棟の屋根は, らせん状の構造体で中心の柱の位置で入口側の垂木の上に順に次の垂木がのり上がっていくという形をとっている。

まわりの柱と中心の柱の二箇所を木ビスでとめている (図23)。

使用道具 : インパクトドライバー

材 料 : 木ビス, 間伐材 (垂木材)

作業時間 : 約5時間

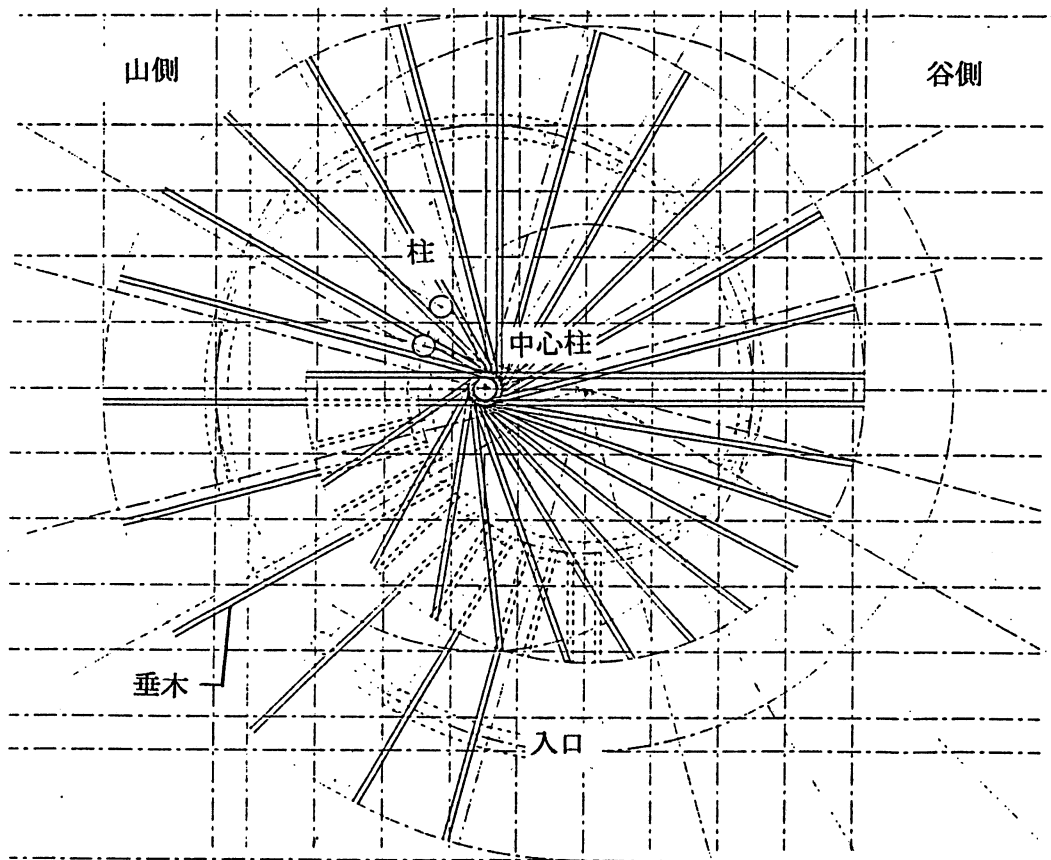


図22 垂木伏図

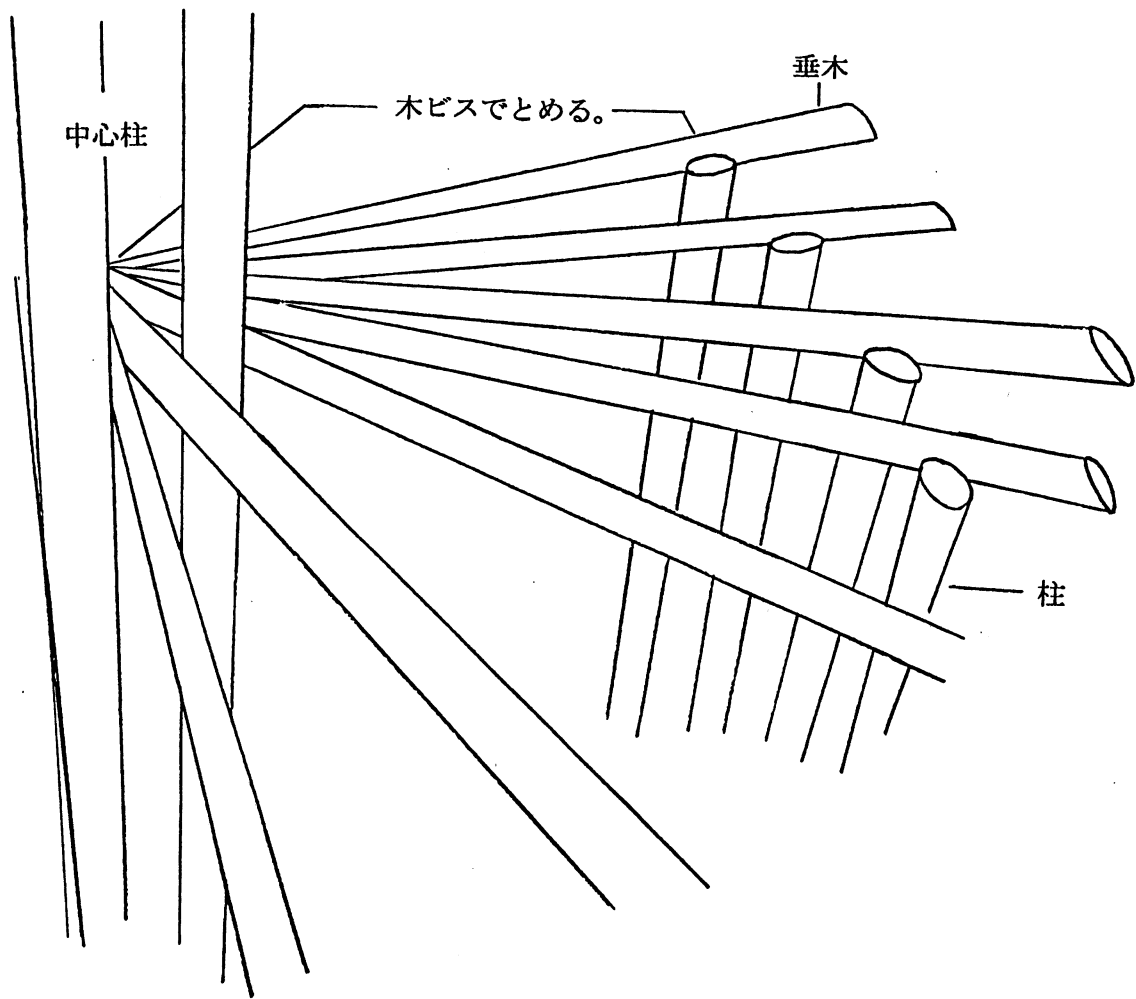


図23 垂木接合図

14. 屋根を張る。

① 杉板を張る。

垂木の上に屋根の基礎になる野地板を杉板（2cm×4cm×200cm）で張っていった。杉板は容易に曲げることができるため屋根下地を曲面で構成した（図24）。さらに垂木の先端に破風板として杉板を張りつけていく。

使用道具：金鋤

材 料：杉板、釘

作業時間：約8時間

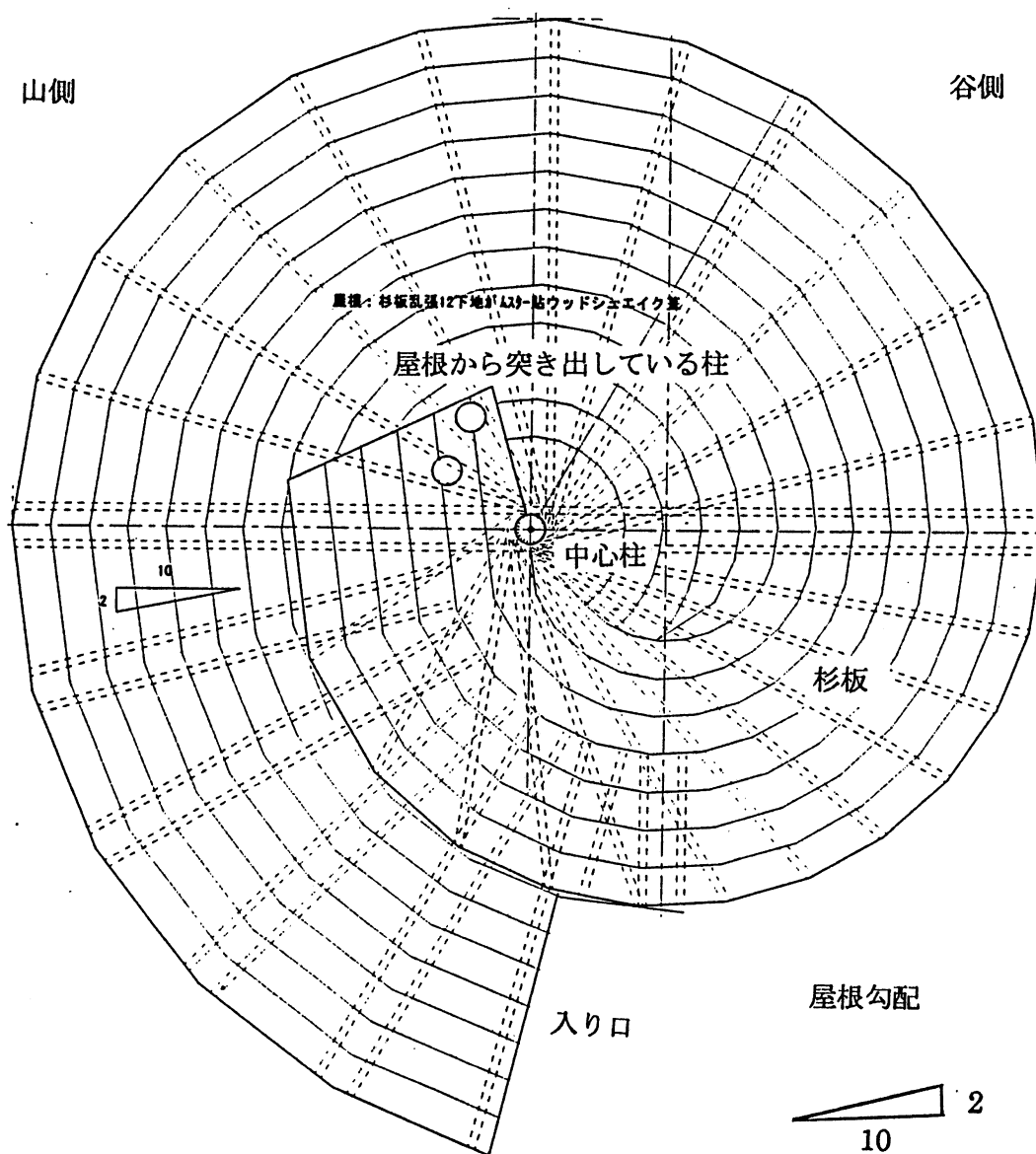


図24 屋根張り（平面図）

② 防水シートを張る。

下地の上にアスファルト製の防水シートを敷き、ハンマータッカーでうちこんでいった。

使用道具 : ハンマータッカー, カッターナイフ

材 料 : ハンマータッカー針, 防水シート

作業時間 : 約4時間

③ ウッドシェイクを張る。

地域でとれる資源である杉, 桧から屋根用の板材を採るということは間伐材では困難であったため油分の多いウッドシェイクを使用した。防水シートの上にウッドシェイクをはりつけていく。

まず, 30cm×20cmの大きさのスターター (図25) を軒先, 先端にうちつけていく。次に図27のように30cm×60cmの大きさのウッドシェイクを張っていき, 最後に屋根の最上部に30cm×20cmの大きさのラスターを張った。

使用道具 : 鋸, インパクトドライバー

材 料 : ウッドシェイク, 木ビス

作業時間 : 約15時間

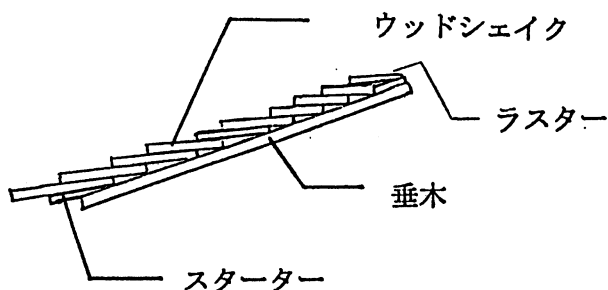
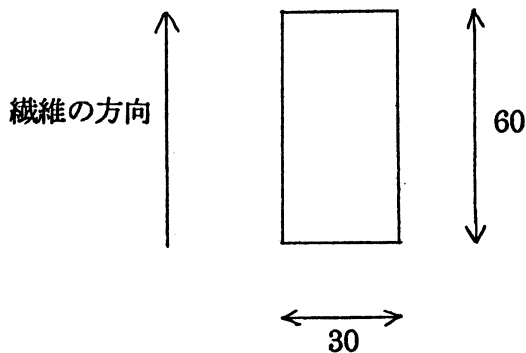


図25 ウッドシェイク張り (断面図)



図中の数字は寸法 (cm)

図26 ウッドシェイク寸法図

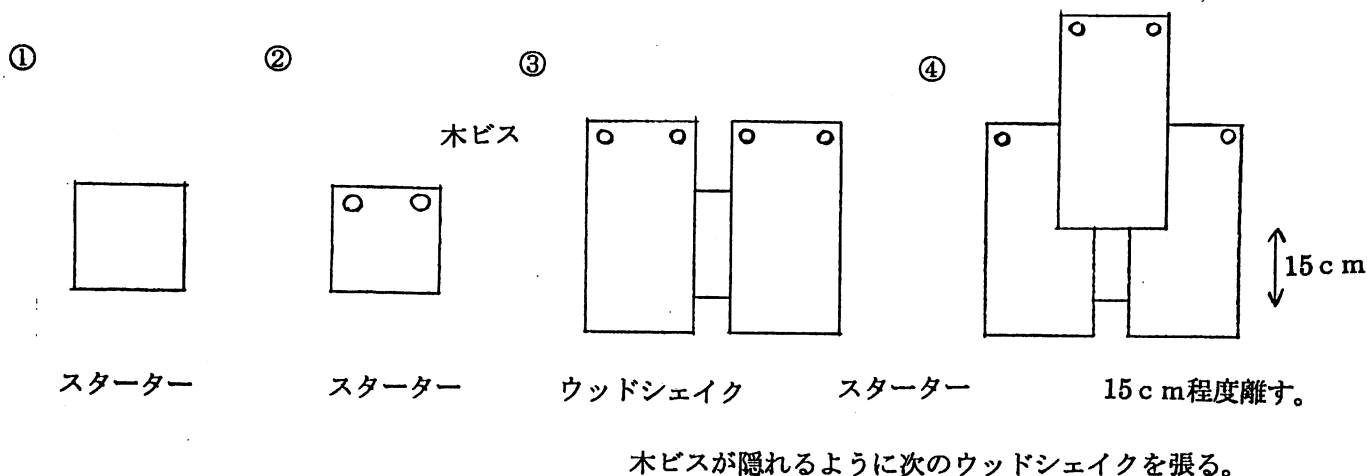


図27 ウッドシェイク張り (平面図)

- 1) 先に張ったウッドシェイクの上に重ねるようにして張りつけていく。
- 2) 次に張るウッドシェイクの先端を真下にあるウッドシェイクの先端から15cmほど離す。
- 3) ウッドシェイクを重ねることで下にある木ビスを隠し、雨に濡れないようにする。

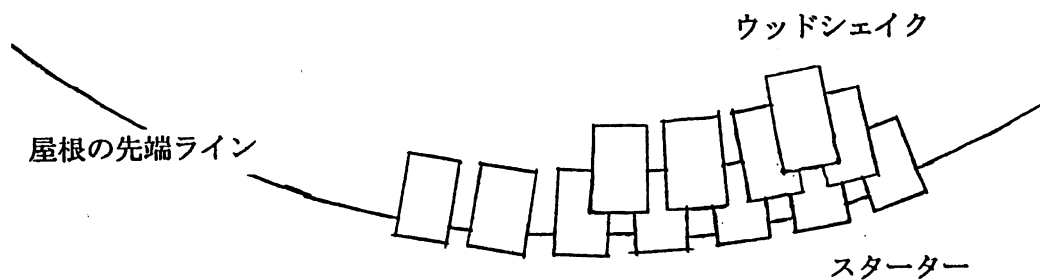


図28 ウッドシェイク張り2 (平面図)

- 1) スターターは屋根の先端のラインより10cmほど外に出す。
- 2) スターターの次にくるウッドシェイクはスターターより外に出す。

15. 竹小舞用の竹を作る。

① 竹を切る。

真竹を竹小舞に使用した。

使用道具 : 鋸, なた

材 料 : 竹

作業時間 : 約6時間

② 竹の油抜きをする。

竹に虫が入らないように竹の油抜き作業をした。

墨で火おこししてあるドラム缶の中に、竹を通した後 (図29) 竹割り器 (図30) で6等分した。

使用道具 : ドラム缶

材 料 : 竹, 炭

作業時間 : 約3時間

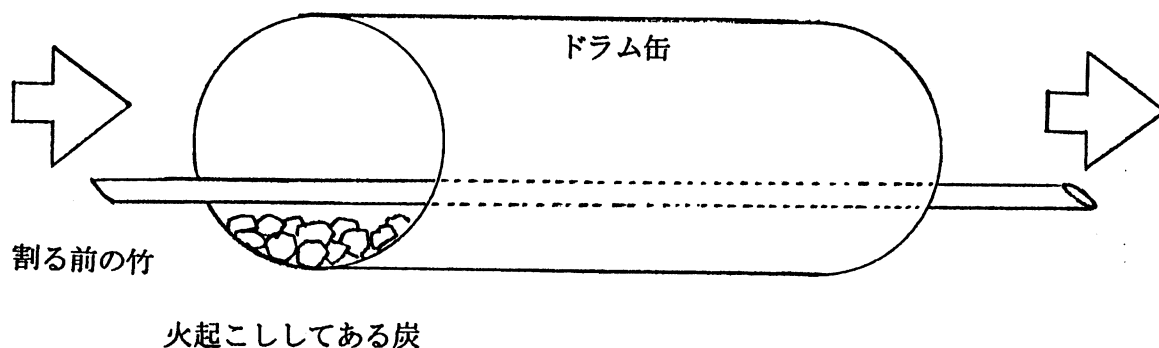
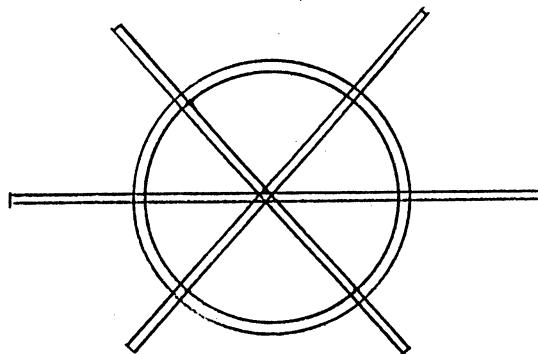


図29 竹の油抜き図



1/6 竹割り器

図30 竹割り器

16. 竹小舞を編む。

① 竹小舞を編む。

竹小舞は竹を十字に編んだもので土壁をつける下地になる。当トイレ棟は壁が三次元の湾曲した構造体である。このため、通常の平面の壁で行うように竹を編むことができないので柱に直接横軸の竹を木ビスでとめていった。その後、柱間に竹を縦軸に入れ竹同士を木ビスでとめた。入口に近い部分は光を取り込むため壁を低くし、中心に近い部分は外から見えなように壁を高くした(図31)。

土壁は調湿作用をもった天然素材であるため風雨の影響を受けやすい。そこで修理用の紐を竹小舞に結びつけて土壁から出した。土壁が壊れた部分はこの紐を使用してその場所を直す予定である。

使用道具 : インパクトドライバー, 鋸, なた

材 料 : 木ビス, 竹, 麻紐

作業時間 : 約18時間

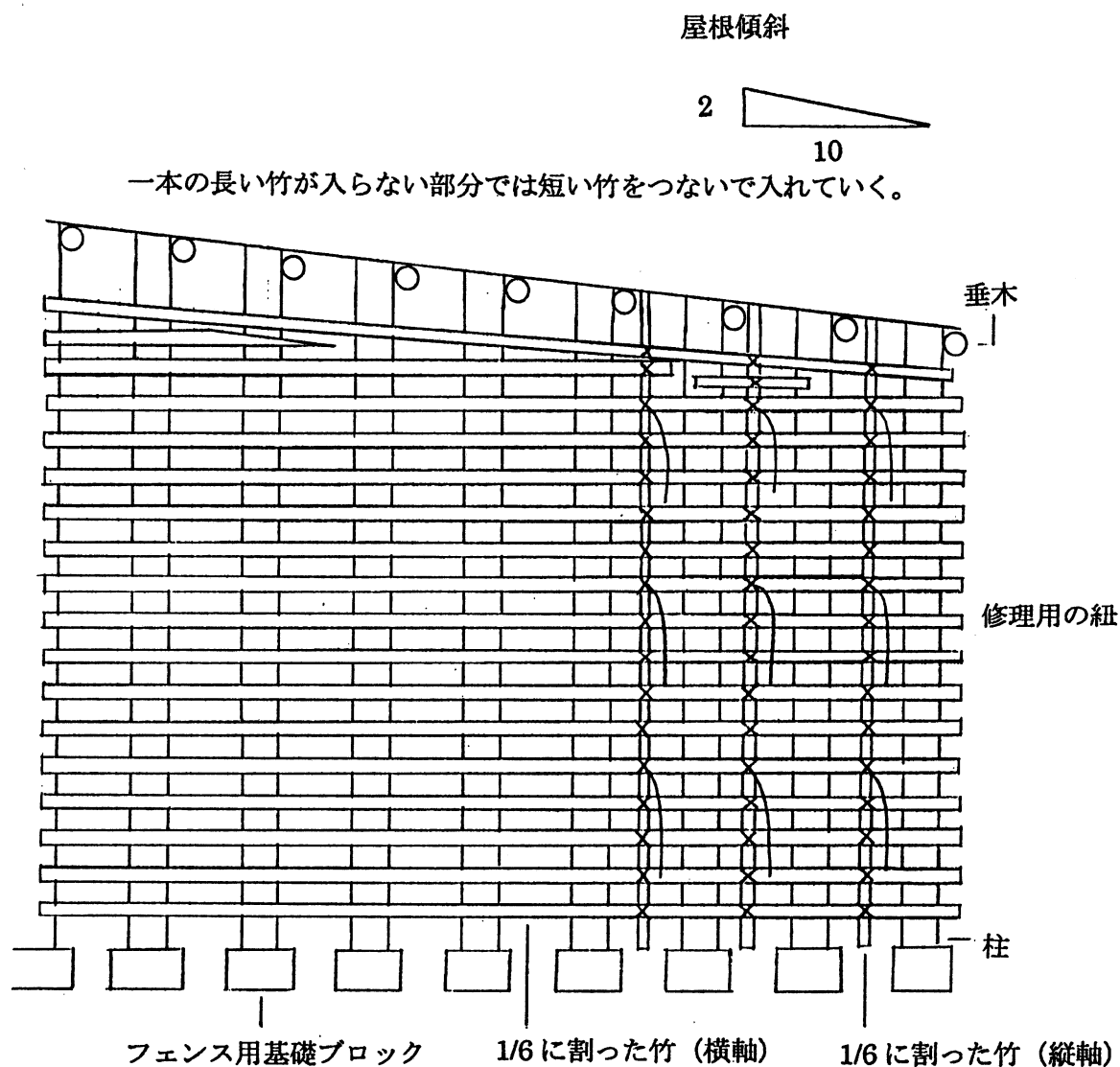


図31 竹小舞図



17. 土壁を塗る。

① 土壁を塗る。

土壁は藁と粘土をまぜた材料で造る。

土壁は竹小舞の隙間に押し込むように塗る。外側を塗ったあと一週間ほど乾かし内側を塗っていった。

使用道具 : 左官道具

材 料 : 粘土, 藁

作業時間 : 約15時間

— I (トイレ設備) —

18. 攪拌装置を取り付ける。

① 攪拌装置を取り付ける。

攪拌装置の設計図を図32~33に示した。

攪拌部分の羽根は地上部のハンドルを回すことで、分解槽内部のおが屑が混ぜられる。分解槽の底部のコンクリートにドリルで穴を開け、ボルトを埋め込み攪拌装置、ハンドルをそれぞれ固定した。

使用道具 : ドリル, インパクトドライバー, 発電機

材 料 : 攪拌装置, ハンドル, チェーン, ボルト

作業時間 : 約2時間

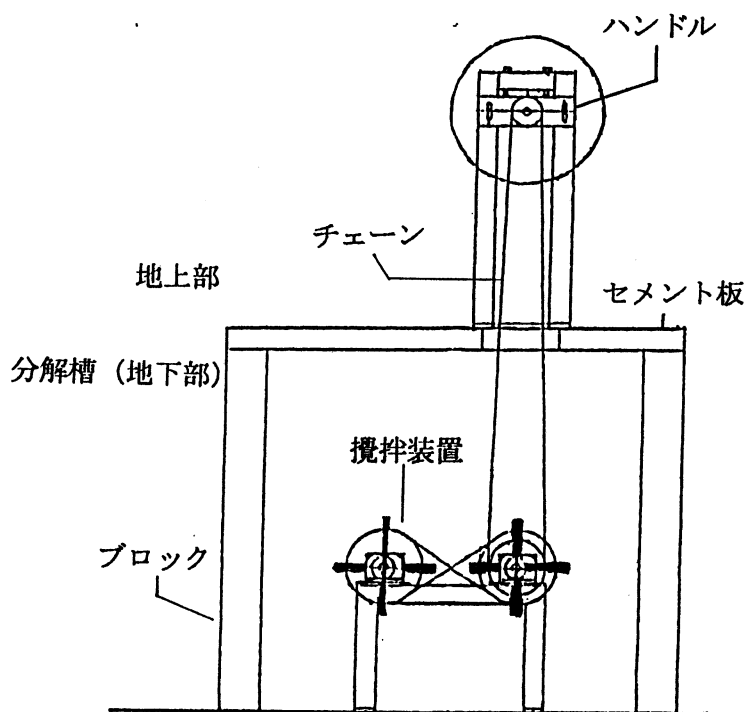


図32 攪拌装置の設計図 (正面図)

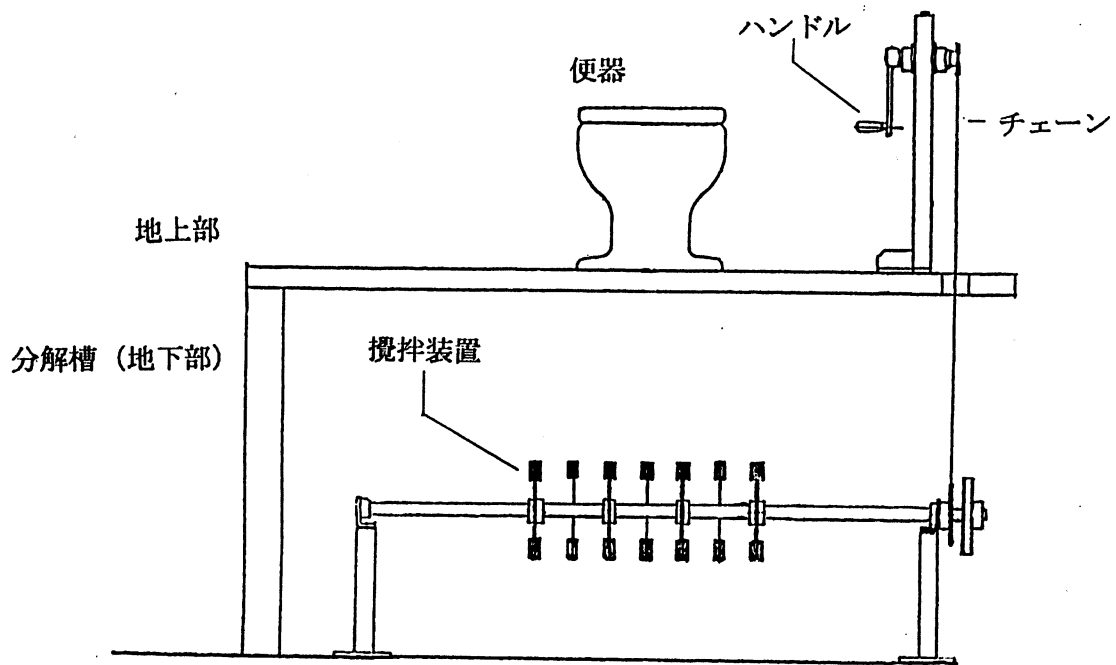


図33 攪拌装置の設計図 (正面図)

② 攪拌装置のハンドルを調整する。

おが屑を入れる前と、入れた後では羽根にかかる負荷が異なりハンドルが重くなってしまった。そこでハンドルに連結してある滑車と、羽根に連結してある滑車の直径の差を大きくし、ハンドルにかかる負荷を小さくした。

使用道具 : なし

材 料 : なし

作業時間 : 約1時間

19. 便器を取り付ける。

① 分解槽の底に水分を土壌浸透させるための穴を開ける。

排泄物の水分は分解槽の底に穴を開け、土壌浸透させて処理することにした。このために分解槽の底のコンクリートにドリルで40cm四方の穴を開けた。

使用道具 : ドリル, メジャー, ディスクグラインダー, ダイヤモンドカッター  
発電機

材 料 : なし

作業時間 : 約5時間

② 分解槽内におが屑を入れる箱を設置する。

おが屑を入れる箱は、一定期間後、トイレ使用後におが屑を取り替えられるように滑車を付けて、分解槽部から出し入れできるようにした。また、図34に示したように、箱中央部にワイヤーメッシュで排水口を設けている。

使用道具 : 鋸, 金槌, メッシュ, メジャー, インパクトドライバー

材 料 : 釘, 木ビス, 端材

作業時間 : 約6時間

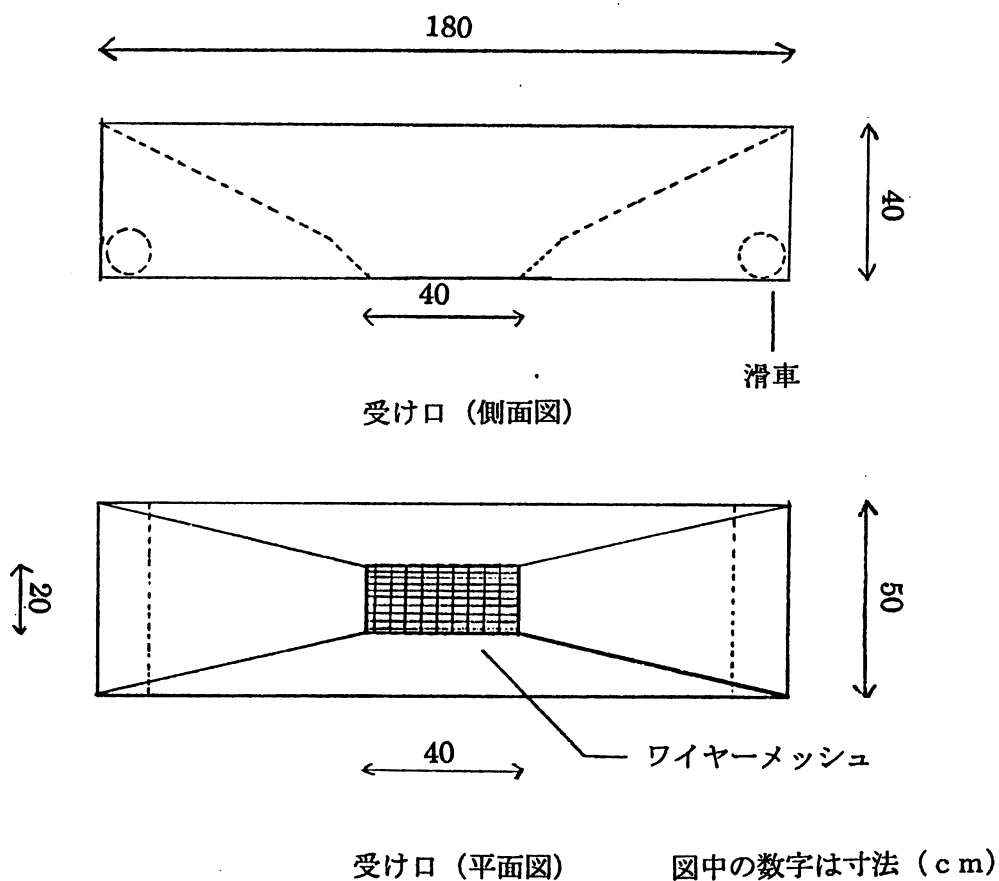


図34 受口設計図

③ 便器の周りを整え、便器を設置する。

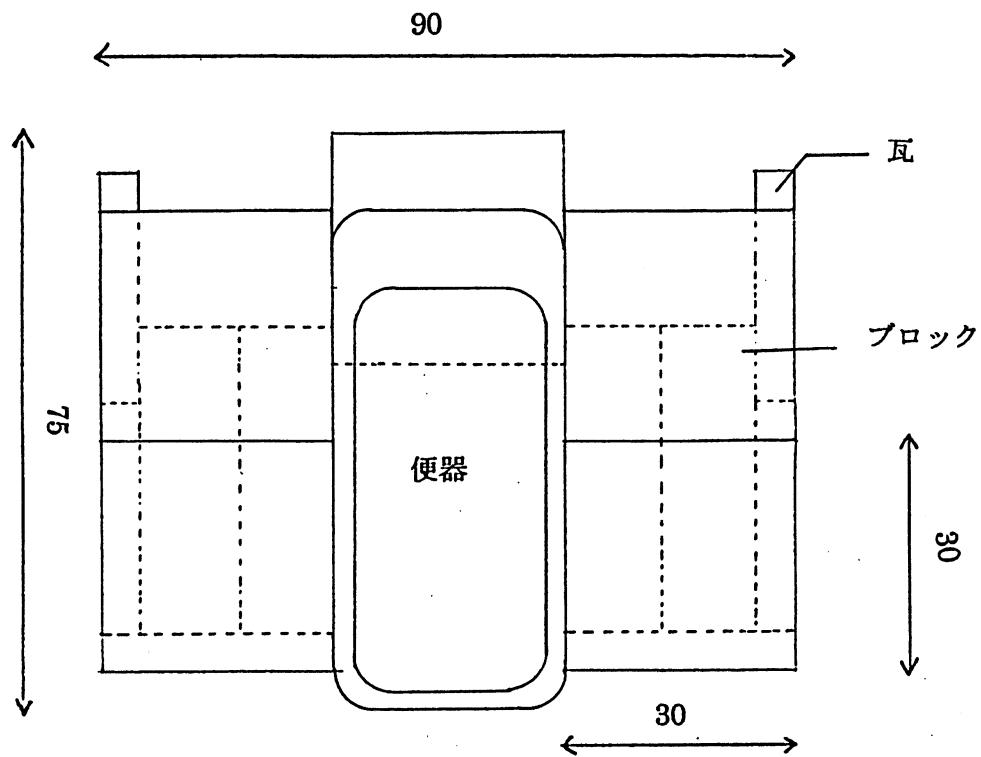
便器を設置するために分解槽天板部であるセメント板にドリルで穴を開けた。

便器に座った際、排泄しやすいようにブロックと瓦で足場を作り高さを調節した (図35)。

使用道具 : 左官道具, ディスクグラインダー, ダイヤモンドカッター

材 料 : ブロック, 瓦, セメント, 砂

作業時間 : 約3時間



図中の数字は寸法 (cm)

図35 便器設置図 (平面図)

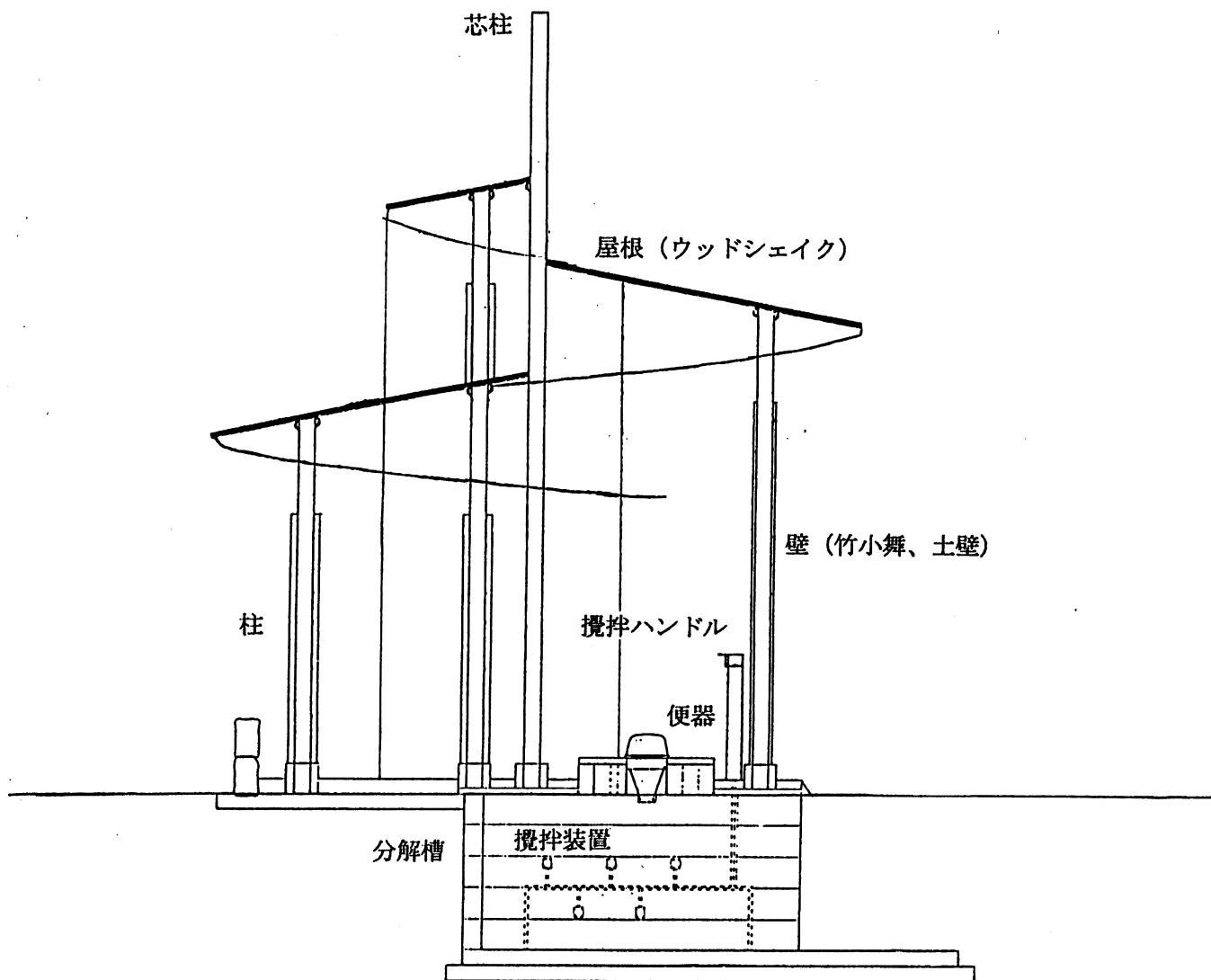


図36 愛媛大学附属演習林コンポストトイレ棟完成図 (断面図)

20. その他

① その他

ペーパーホルダー、ピートモスケース、トイレトペーパーストックを製作した。

また、扉がないという事から誰か入っているのか解るようにするため、入口に看板を設置した。

作業時間 : 約6時間

現在、よりよいコンポストイレシステムについて考察中である。また、地域材を利用した建築物の続きとして宿泊施設を(2003年初秋完成予定)建築中であり、露天風呂を(2004年夏完成予定)建築予定である。(図37)

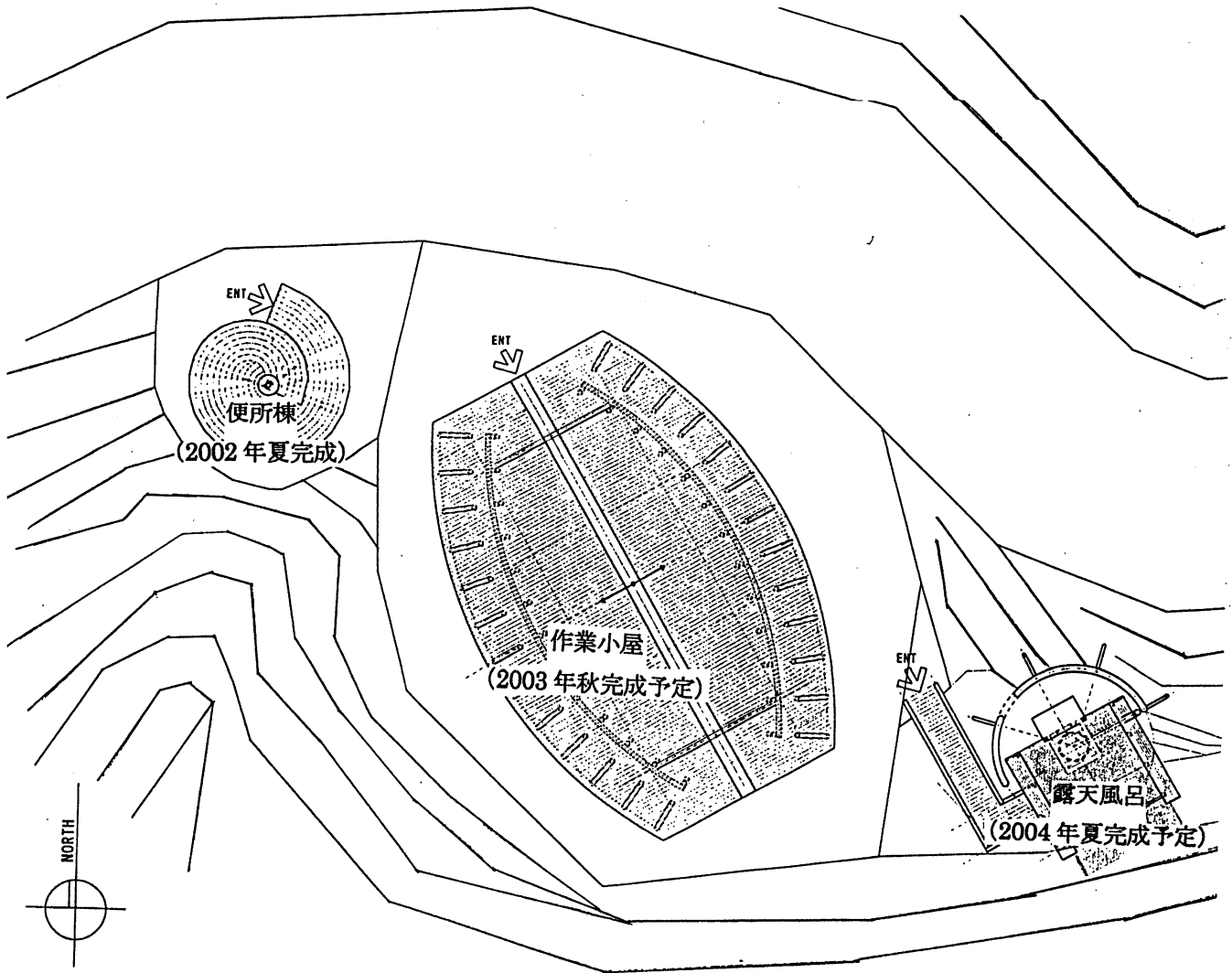


図37 「地域材を利用した建築物」完成風景図

### 第3章 実践からの考察

今回、建築したトイレ棟は木材をメインの材料として使用することで、演習林内にあるステンレス製の壁や屋根を持つトイレより「環境面」に負荷をかけていないといえる。また、湿度調節機能を持つ土壁を使用したことや、設計も周りの自然に違和感をなるべく与えないように曲線を基本としたデザインにしたことにより「社会面」に配慮している。

また、排泄物の処理にコンポストトイレシステムを使用することにより、衛生上の問題にもある対応できていると考えられる。また、トイレの完成からおおよそ4ヶ月の間におおよそ100人程の利用があったが、特に問題や不満は聞かれない。したがって「生活面」も達成できたと考えられる。

実践を通して、サステナブル建築に必要な因子として「材料」「技術」「設計」の3因子が重要であることがわかった。例えば、今回建築したトイレ棟の屋根にはカナダ産のウッドシェイクを使用している。柱や垂木には演習林内の間伐材を使用しているの対し、屋根材に外材を使用した理由は次のとおりである。①屋根材は特に耐久性を必要とし、節などの欠点を除いて材を採る必要があるため、直径の大きな木でないと屋根材は採れない事。②屋根材の伐採には柾目でまっすぐに割る「技術」が必要であり、現段階での実践は無理と判断した。このことは地域材を利用していくには「技術」の支えが必要であることを示唆している。したがって、サステナブル建築では「材料」が重要な部分を占めるのは当然であるが、これらを使用するには「技術」「設計」が必要になってくる。

脚注： コンポストトイレシステムについての概略

コンポストトイレシステムは木屑に担子菌、木材腐朽菌などの微生物を寄生させ、し尿を分解させるものである。コンポストトイレのメリットとして、まず、水を使用しない事が挙げられる。また、微生物により悪臭等も分解させるため、トイレの使用に際して不快感がほとんど無く、垂れ流し式のトイレに比べ衛生的である。デメリットとして、運営には木屑が必要である事、微生物を生存させるためにいくつかの条件が必要である事がいえる。

### 第4章 終わりに

今後、3要素を満たした建築をどう「維持」していくか重要であり、その資源をコンスタントに提供できる森林作り、技術開発が重要になると思われる。また、様々な種類、樹齢の木を持つ森林からの木材供給と様々な用途への利用を可能とする技術開発により、国産材需要も増加すると考えられる。

さらに、その建築物をどのように使用するかも大きなポイントになると考えられる。ひとつの建築物を手入れしながら、足りない部分は補い、何世代にも渡り長く使用することにより、本当のサステナブル建築が可能になるのではないかと思う。

今回、このコンポストトイレを建設するにあたって多くの方に御協力、御尽力を頂きました。この場を借りて厚くお礼を申し上げます。

(先生方)

和田耕一 (和田建築設計工房)

杉森正敏 (愛媛大学農学部森林資源利用システム学研究室)

林 和男 (愛媛大学農学部森林資源利用システム学研究室)

(一般)

上野 貴 (上野貴建築研究所)

武智和臣 (アトリエ A & A)

山則香織

(卒業生)

井上暁子 櫻村精一 寺岡佳史 山田健二

(院生)

新藤万里子 長野陽一

(4回生)

池田千春 植田彩容子 小松祥子 齋藤碌 田邨早織 徳岡良則  
南條由紀子 蒔井敏輝 渡部素子 守安伸太郎

(3回生)

青木優 池田創作 伊藤亜矢子 小田あゆみ 金子美幸 河本紘志  
菅野静香 熊谷浩二 白木紘平 祢石理恵 藤坂貞仁 森木千尋

(2回生)

浜田康德 徳田恭子

(1回生)

秋本康富 齋藤恵理香 滝さやか 辻さやか 中村純平 中村真由子  
納田幸恵 配川美幸 浜川喬弘

愛媛大学森林資源学コースの関係者の方々。