

## 第4章 間伐材型枠（ツノ枠君）の開発

### 4.1 試作品製作

#### 1) 開発目標

間伐材を利用した型枠を開発するに当たり、以下の項目について検討した。

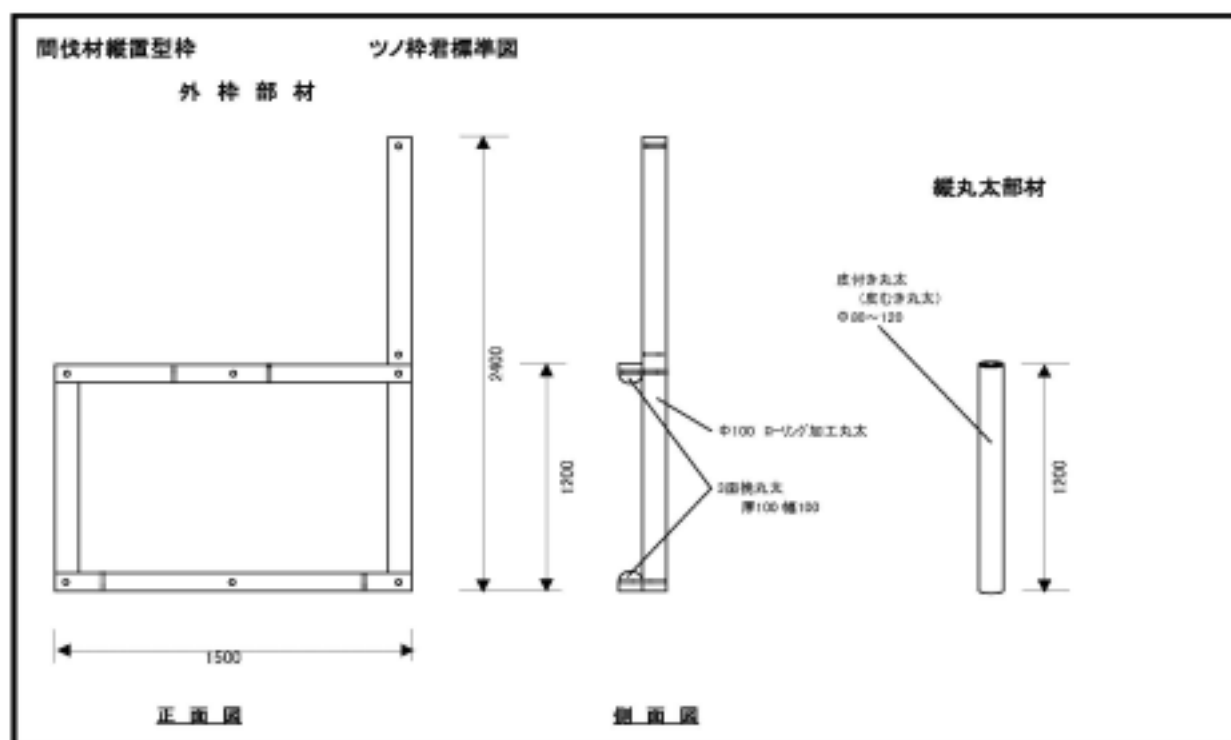
- ① 材料のコストダウンに努めること
- ② 原木（皮付き）のまま、利用すること
- ③ 軽量で、人の手で運搬・取り扱いが容易に出来ること
- ④ 材料等、環境面において無害でやさしいこと
- ⑤ 在来工法と異なる工法・部材であること。

#### 2) 寸法・形状

標準タイプとして、外枠部材に皮付き丸太をはめ込む構造とした。（下図参照）

外枠寸法 L=1.50m、H=1.20m

ツノ部分 1.20m



### 3) 試作品写真

前面



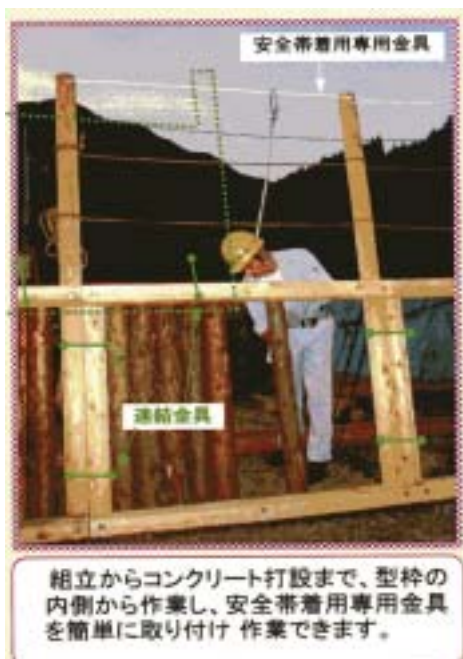
組立て完了

背面



### 4) 組み立て状況

作業状況



縦材固定



ツノ枠固定状況

麻縄張状況



## 4. 2 試作品の室内試験

### 1) 試験概要

日 時 : 平成15年9月~11月  
場 所 : 久瀬村地内揖斐郡森林組合土場  
参加者 : 揖斐郡森林組合 田中組合長、長谷川工場長、作業班  
山本商事株式会社 山本社長、野田工務課長、作業班

### 2) 試験施工の目的

- ・ 型枠組立作業の仕方
- ・ 構造物の寸法・L=4.5m、H=2.4m
  - ① ツノ枠部材同士の結合の方法
  - ② 縦丸太部材の取付け方法
  - ③ 縦丸太部材の空隙の処理方法
  - ④ 溶接固定の方法

### 3) 試験施工状況

- ・ 型枠組立作業
- ・ 上記目的状況
  - ① ツノ枠部材は、積重ね面、縦横接する面に連結金具を打込み、固定した。
  - ② 縦丸太部材は、ツノ枠部材に順次縦置き配置し、ビス（釘）、銅線、鉄筋で固定した。
  - ③ 縦丸太は原木そのままを使用する為、空隙がある為、麻布、古紙、麻縄で、空隙を埋めた。
  - ④ ツノ枠と縦材を結合ボルトで固定し、これに溶接しアンカーを固定した。

### 【試験施工結果】

#### 型枠組立作業

#### 上記状況結果

- ① ツノ枠部材は連結金具で堅固に固定できた。
- ② 縦丸太部材はビス（釘）止めが簡単に出来た。
- ③ 縦丸太の空隙は、麻布を全面に張り、タッカーで止めるのが、作業が早かった。
- ④ 結合ボルトとアンカーを溶接し、固定がしっかり出来た。

### (参考)

型枠設置の労務調査・・・別紙1.(揖斐郡森林組合調査)・・・P39

### 【施工品の単価】

1m2 当り . 8,300 円 (皮付き丸太)  
1m2 当り . 9,400 円 (皮むき丸太)

### 【施工費用】

建設研究センターから、残存型枠の設置歩掛りを提案した・・・別紙2・・・P40  
1m2 当り . 12,390 円 (皮付き丸太)  
1m2 当り . 13,490 円 (皮むき丸太)

#### 4) 課題・問題点

- ・ 縦丸太材を工場で太鼓引きにして、丸太の空隙を無しにする。これにより麻布張りを廃止できる。又、コストの比較をする必要がある。
- ・ PR パンフレットと参考歩掛りを作成の上、発注機関（揖斐建設事務所・西濃地域農山村整備事務所等）に PR に行く。

### 4. 3 型枠強度計算

#### 1) 強度計算手法の決定

強度計算手法の決定に当たっては、岐阜大学工学部社会基盤工学科森本教授の指導を得て以下の手法で実施することとした。

コンクリート側圧：A C I 式

型枠強度検討      : 型枠部材の曲げ破壊検討  
                         型枠部材の剪断破壊検討  
                         型枠間を結合しているアンカーボルトの剪断破壊検討  
                         型枠を支保しているアンカーボルトの引き抜き抵抗力検討

#### ① 型枠全体の側圧検討

- ・ A C I 式により側圧を検討する。・・・添付資料参照
- ・ 設計条件：打設速度、打設温度、型枠勾配、打上高さ（H=2.0m以内）
- ・ 計算場所：型枠最下段（最もコンクリート側圧のかかる箇所）

#### ② 型枠部材（間伐材）の側圧検討

- ・ 単純梁の計算方法で間伐材の曲げ耐力とコンクリート側圧の検討
- ・ 設計条件：コンクリート側圧、間伐材の曲げ許容応力、1枚の型枠パネルを連結しているボルトの支点間長
- ・ 計算場所：型枠支補用のアンカーボルトを設置している部材  
※ 間伐材の曲げ応力のデータがない場合は、森本研究室で曲げ試験可能。

#### ③ アンカーボルト（型枠支補用）を固定している型枠金具と間伐材の引き抜き検討

- ・ 引き抜き試験の実施（間伐材（長さ）と型枠金具（ボルトの周長））。
- ・ 供試体3個（大きさ：木材部の長さ10～20cm、型枠金具1式）
- ・ 森本研究室で試験は可能  
※ 揖斐郡森林組合と協議の上、引き抜き試験の実施日等を調整する。

#### ④ 型枠間を連結している固定金具の剪断抵抗力の検討

- ・ コンクリート側圧（支点反力）と固定金具の剪断抵抗力の比較検討  
剪断力＝固定金具の断面積×材料の降伏点強度×0.6～0.7

#### ⑤ アンカーボルト（型枠支補用）自信、型枠部・地面アンカーとの破断検討

- ・ アンカーボルト（型枠支補用）の直径、本数を増やすことにより、対応できるので最小の直径や本数を算出する必要があるときのみを検討するだけでよい。

⑥ その他

間伐材の厚みが10cmあるので、コンクリート養生上は、メタルフォームやコンパネより有利であり、品質の良いコンクリート構造物になると考えられる。特に積雪寒冷地では保温効果がよいはず。間伐材型枠の場合の温度変化を計測するとおもしろいのでは。

(例) 熱伝達率(表面からの放熱量)

|            |                                      |
|------------|--------------------------------------|
| メタルフォーム    | 14kcal/m <sup>2</sup> ・hr・°C         |
| コンパネ(10mm) | 10kcal/m <sup>2</sup> ・hr・°C         |
| 間伐材(100mm) | 3~5 kcal /m <sup>2</sup> ・hr・°C(推定値) |

2) 安定計算

安定計算は、(財) 岐阜県建設研究センターで実施し、岐阜大学工学部社会基盤工学科森本教授の照査を受けた。計算に当たっては、実施工の中でもっとも条件の悪い状態を設定した。

【計算条件】

構造物：コンクリート擁壁、ダム型構造物、  
コンクリート：18-8-40BB、  
打設方法：クレーン車類打設  
型枠設置高：h=1.5m、  
コンクリート温度：T=5°C、  
コンクリート打設速度：R=3.0m/h  
スギ引っ張り曲げ許容応力：75kg/cm<sup>2</sup>  
スギせん断許容応力：6kg/cm<sup>2</sup>  
アンカーボルトの規格 丸鋼 SR235 径10mm(断面積 0.7133cm<sup>2</sup>) 降伏点強度 235N/mm<sup>2</sup>

$$=2400\text{kgf/cm}^2$$

スギ引き抜き強度 1.61t~2.44t

【計算結果】

連続張りとは単純張りの両方で安定計算を実施した。その結果、現寸法でいく場合は補助木が必要となり、補助木を使わない場合は外枠寸法の変更が必要となった。以上の条件をクリアすればいずれの場合も計算結果は以下の通りである。

- ・型枠部材の曲げ破壊検討……………OK
- ・型枠部材のせん断破壊検討……………OK
- ・型枠間を結合しているアンカーボルトのせん断破壊検討……………OK
- ・型枠を支補しているアンカーボルトの引き抜き抵抗力検討……………OK

この結果、ツノ枠型枠は、コンクリート型枠として十分な強度を有していることが認められました。

① 現寸法でいく場合の処置、(補助木を入れる)

補助木を入れる間隔

ツノ枠規格     L (幅) = 900 mm. H (高さ) = 1200 mm

② 補助木を入れない場合の寸法変更

寸法変更のサイズ     L (幅) = 500 mm. H (高さ) = 1200 mm

【計算書】

別添計算書参照

①の場合     別添計算書参照

②の場合     //

#### 4. 4 暫定歩掛と施工要領

##### 1) 暫定歩掛の設定

工場での製品製作・現場での製品組立等、実際の材料及び労務調査を実施し、参考歩掛かりを岐阜社会基盤研究所へ提出し、比較対照や照査をした。

なお、暫定歩掛かり策定に当たっては、林野庁監修の木製構造物設計指針（残存型枠）の歩掛かり（別添資料参照）を参考にして、試作品の施工歩掛かり調査により調整した。

製品価格は、類似品の価格調査（岐阜県砂防課開発・不利用木残存型枠・岐阜県の新技術新工法）に基づき同程度になるように製品の加工か抵当を見直して設定した。

又、同時に製品の改良ポイントの指導を受け、改良し製品化することが出来ました。ツノ枠君型枠の参考歩掛かりは、次の通りです。

皮付き丸太

間伐材縦置型枠(ツノ枠)暫定歩掛 100㎡当たり

| 名 称      | 数量     | 単位 | 単 価     | 金 額       | 摘 要       |
|----------|--------|----|---------|-----------|-----------|
| 世話役      | 2.00   | 人  | 23,400  | 46,800    |           |
| 型枠工      | 4.00   | 人  | 21,500  | 86,000    |           |
| 普通作業員    | 14.00  | 人  | 15,800  | 221,200   |           |
| トラッククレーン | 1.00   | 日  | 32,000  | 32,000    | 16t       |
| 木製残存型枠   | 100.00 | ㎡  | 8,300   | 830,000   |           |
| 諸雑費      | 6.50   | %  | 354,000 | 23,010    | 労務費に対する割合 |
| 計        |        |    |         | 1,239,010 |           |
| 1㎡当たり    |        |    |         | 12,390    |           |

※平成15年度版森林土木木製構造物施工マニュアル(林野庁)p. 137参照

皮むき丸太

間伐材縦置型枠(ツノ枠)暫定歩掛 100㎡当たり

| 名 称      | 数量     | 単位 | 単 価     | 金 額       | 摘 要       |
|----------|--------|----|---------|-----------|-----------|
| 世話役      | 2.00   | 人  | 23,400  | 46,800    |           |
| 型枠工      | 4.00   | 人  | 21,500  | 86,000    |           |
| 普通作業員    | 14.00  | 人  | 15,800  | 221,200   |           |
| トラッククレーン | 1.00   | 日  | 32,000  | 32,000    | 16t       |
| 木製残存型枠   | 100.00 | ㎡  | 9,400   | 940,000   |           |
| 諸雑費      | 6.50   | %  | 354,000 | 23,010    | 労務費に対する割合 |
| 計        |        |    |         | 1,349,010 |           |
| 1㎡当たり    |        |    |         | 13,490    |           |

※平成15年度版森林土木木製構造物施工マニュアル(林野庁)p. 137参照

間伐材縦置型枠(ツノ持型 型)  
皮付き丸太仕様

| 種別  | 摘要      | 規格                | 数量  | 単位 | 単価    | 金額     | 備考 |
|-----|---------|-------------------|-----|----|-------|--------|----|
| 丸太  | ローリング丸太 | Φ100×2400 穴4      | 1   | 本  | 2,960 | 2,960  |    |
|     | ローリング丸太 | Φ100×1200 穴2      | 1   | 本  | 1,430 | 1,430  |    |
|     | 三方挽丸太   | 100×100×1500 穴5   | 2   | 本  | 1,720 | 3,440  |    |
| 金具  | 組立ボルト   | 首下225 ナット・丸座      | 4   | 本  | 80    | 320    |    |
| 組立て |         | 組立て               | 1   | 基  | 600   | 600    |    |
|     | 皮付き丸太   | Φ80～120×1200      | 11  | 本  | 470   | 5,170  |    |
| 金具  | 木ビス     | 75mm              | 12  | 本  | 5     | 60     |    |
|     | 連結用ボルト  | φ9 首下150 スクリューボルト | 6   | 本  | 55    | 330    |    |
| 間話材 | 麻布      | 2000×3000         | 0.3 | 枚  | 2100  | 630    |    |
| 計   | 1基      |                   | 1.8 | m  |       | 14,940 |    |

1 m 当り 8,300.0

1基当り 間伐材使用量 0.211 m3

1 m 当り 間伐材使用量 0.117 m3

間伐材縦置型枠(ツノ持型 型)  
皮むき丸太仕様

| 種別  | 摘要      | 規格                | 数量  | 単位 | 単価    | 金額     | 備考 |
|-----|---------|-------------------|-----|----|-------|--------|----|
| 丸太  | ローリング丸太 | Φ100×2400 穴4      | 1   | 本  | 2,960 | 2,960  |    |
|     | ローリング丸太 | Φ100×1200 穴2      | 1   | 本  | 1,430 | 1,430  |    |
|     | 三方挽丸太   | 100×100×1500 穴5   | 2   | 本  | 1,720 | 3,440  |    |
| 金具  | 組立ボルト   | 首下225 ナット・丸座      | 4   | 本  | 80    | 320    |    |
| 組立て |         | 組立て               | 1   | 基  | 600   | 600    |    |
|     | 皮むき丸太   | Φ80～120×1200      | 11  | 本  | 650   | 7,150  |    |
| 金具  | 木ビス     | 75mm              | 12  | 本  | 5     | 60     |    |
|     | 連結用ボルト  | φ9 首下150 スクリューボルト | 6   | 本  | 55    | 330    |    |
| 間話材 | 麻布      | 2000×3000         | 0.3 | 枚  | 2100  | 630    |    |
| 計   | 1基      |                   | 1.8 | m  |       | 16,920 |    |

1 m 当り 9,400.0

1基当り 間伐材使用量 0.211 m3

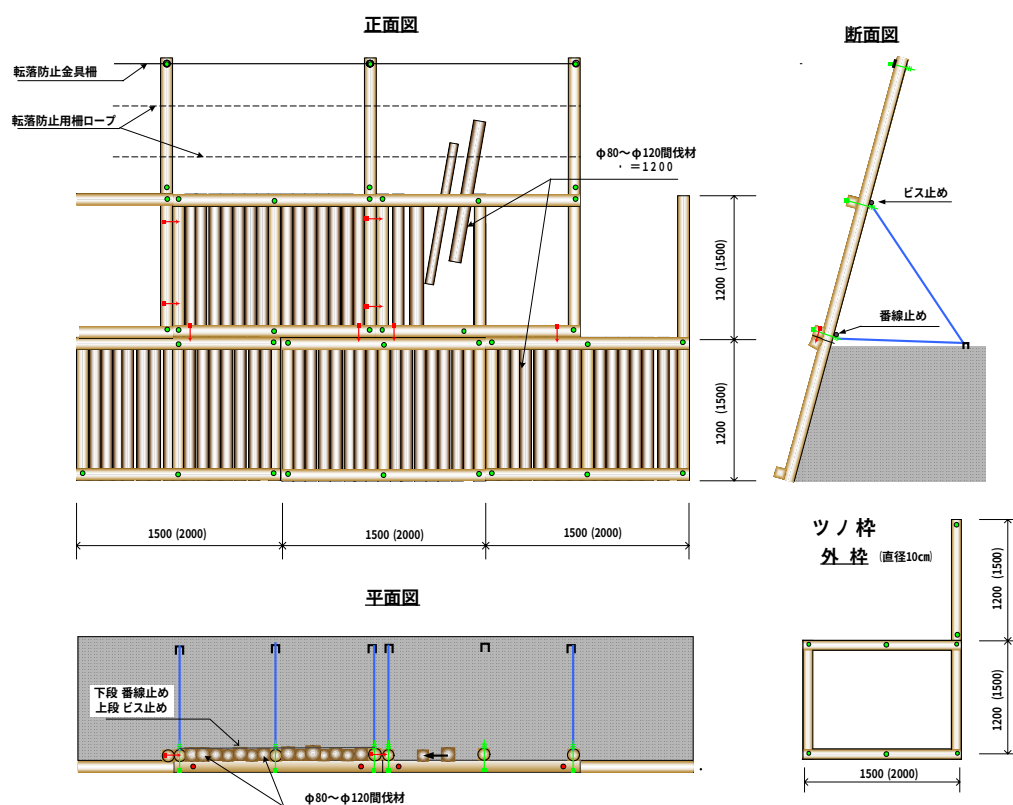
1 m 当り 間伐材使用量 0.117 m3



## 2) 施工要領

試作品の試験施工、安定計算、製品改良に基づき以下の通り施工要領を定めた。

- 工場で作成したツノ枠部材（φ100）を連結金具（φ9 mm・首下 150 mm・スクーボルト）で固定し、積み重ねて組み立てます。
- 締付けは、結合ボルト（φ9 mm・L=250 mm）を使用、これに溶接し固定します。
- ツノ枠部材を固定後、縦材に使用する丸太〔φ80～φ120（皮付又は皮むき）〕を縦置き、ビス（75 mm）で固定します。
- 縦丸太は原木のまま使用する為、空隙が発生します。その為麻布を張り付けコンクリートの漏れを防止します。麻布は細かいメッシュ状の為、コンクリートが丸太と十分密着します。
- 型枠前面の補強材（鋼管・バタ角等）が不要です。
- 型枠組立からコンクリート打設まで足場が不要です。ツノ枠部材のツノ部分に安全帯専用金具を取り付け、作業出来ます。



### 3) P Rパンフレットの作成

活用促進を図りためにP Rパンフレットを作成した。

添付資料 参照

## 4. 5 試験施工の実施

P Rパンフレットで、県内発注機関へ工法P Rを実施することにより、以下のとおり試験施工を実施した。

### 1) 試験施工概要

工事名 : 西治第 3534 号 県単治山事業工事

工事場所: 揖斐郡谷汲村大洞字崩洞地内

工 期 : 平成15年11月～平成16年3月

工 種 : 床固工

H=3.5m L=10.0m

発注者 : 西濃地域農山村整備事務所 治山係

### 2) 試験施工実施状況

施工完了



施工状況

工場にて  
ツノ枠部材

工場にて  
ツノ枠部材

基本型

袖部

差込部



工場にて

ツノ枠部材  
全体



工場にて

縦丸太部材



麻布（メッシュ条）

コンクリートの漏れ防止と丸太との密着



現場にて

ツノ枠組立て状況  
（第1リフト）



縦丸太取付状況



麻布取付状況



背面組立状況



現場にて

第1リフト組立完了



第1リフト  
コンクリート打設状況



袖部（全体）組立完了



## 4. 6 今後の課題と普及

### 1) 課題

- ・ツノ枠の部材及び、組立て方法は特に変える必要はないと思われる  
施工標準歩掛りの検討をする必要がある
- ・治山事業での試験施工の実施

#### 工場製作

- ・今回の床固工の製作に当り、原寸を引き、各部材がどのような形状になるか検討
- ・比較的小規模構造の為、ツノ枠の基本型を除くいくつかのパターンが発生し、加工・組立てに時間を要した

#### 現場

- ・組立て作業は簡単である
- ・縦丸太部材の切断に（差込み部・袖部箇所の縦材）に少し手間がかかる（工場で切断したらどうか）
- ・部材のそりが、わずかではあるが見られる
- ・差込み箇所の枠部材は余切りも考慮して工夫してある
- ・コンクリート打設は特に問題はなし

#### 発注者

施工途中につき、意見がまだ聞いておりません

縦丸太部材を工場にてタイコ引きし、枠内に建て込みと、隙間が生じない為、麻布の張付けが不要になる（材料のコストがかさむ）

### 2) 普及活動

1. 現在 “ツノ枠君” を岐阜県新技術・新工法登録に申請中