

# O&DWOOD



高知県 生活環境保全整備事業（土留工）

北海道 ホロモイ沢治山工事（谷止工）

広島県 生活環境保全林整備事業溪間工事（護岸工）



宮崎県西臼杵支庁林務課  
H20年度 県営県単林道災害復旧事業(黒原・煤市線)

## O&Dウッド

国産材を使用した高耐久の土木構造物

お問い合わせはこちら

**TEL 06-6685-1911**

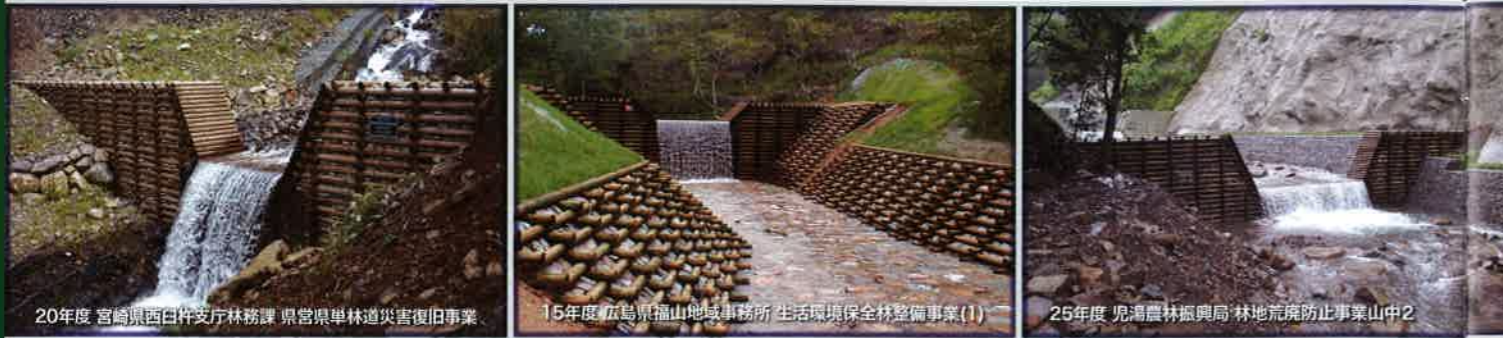


# コンクリートから木材へ

木材資材への転換が、環境を守り、山を守ります。  
新たな需要をうみだし「地産地消」を実現します。

- ① 安定性：安定計算と構造計算に基づいた構造体です。
- ② 耐久性：土木構造物が要求する品質・性能・耐久性を満たしています。
- ③ 経済性：従来のコンクリート・鋼製構造物と同等です。
- ④ 施工性：優れた施工性で工期の短縮が可能です。
- ⑤ 地産地消：国産の間伐材を利用します。

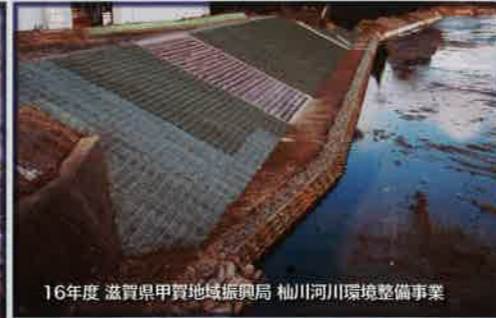
県農林部



農林水産省森林管理局



県土木部



市町村



国土交通省



地方農政局





## 谷止工

木製校倉(アゼクラ)式ダムは、ダム工に要求される機能面での性能(溪流の勾配緩和や侵食防止、不安定土砂の移動防止、山脚の固定等)を木材保存剤の深浸潤による高耐久性と安定計算・構造計算により満たし、従来ならコンクリートや鋼製のダム工が設置されていた溪流に設置されています。



H24年6月現在の状況です。



近畿中国森林管理局 滋賀森林管理署  
H16年度 荒谷山国有林治山工事(1号) L=15.0m H=4.02m V=95.64m<sup>3</sup>

## 山腹工

木製校倉(アゼクラ)式土留工は、高耐久性と安定計算・構造計算により、山腹基礎工としての機能を満たしています。従来ならコンクリートや鋼製の土留工が設置されていた傾斜40度を超える急斜面でも、土留工としての機能を十分に果たし資材運搬の困難な現場でも施工性に優れています。



H26年7月現在の状況です。

中部森林管理局 東濃森林管理署  
H23年度 中津川(落合2)復旧治山工事 土留工=12基

## 床固工

木製校倉(アゼクラ)式ダムは、木材保存剤の深浸潤により高耐久性を実現しています。床固工としての機能はもちろん、木材保存剤の安全性も認められ、水道施設取水口の上流に設置されています。



北海道森林管理局 網走中部森林管理署  
H21年度 仁倉川治山工事 L=53.0m H=3.02m V=275.08m<sup>3</sup>





1 製材した丸棒



2 圧縮加工機



3 ローラーで圧縮加工



4 タンクに「圧縮加工処理材」を搬入



5 木材保存剤を加圧注入処理



6 高耐久性の土木資材「O&Dウッド」の完成

# O&Dウッドは 圧縮処理と加圧注入処理技術で 土木構造物が要求する 品質・性能・耐久性を満たしています。



山林や河川などの 開発・保全 は、自然環境との調和が大切です。国産の間伐材を使用したO&Dウッドは加工時のCO2発生量がコンクリートや鉄よりも少なく、長期にわたり木材内部に二酸化炭素をとどめ、地球温暖化の防止に貢献します。

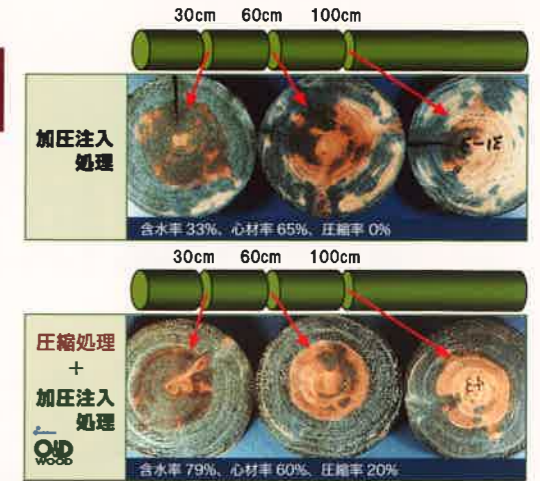
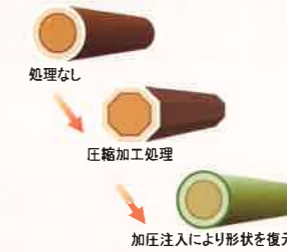
O&Dウッドは、木材の耐久性を上げることで、従来なら適していなかった土木への利用も可能になりました。小径の間伐材を利用するので、資源の有効活用につながります。

## 圧縮処理

圧縮効果により、木材保存剤の浸透度が向上します。

圧縮処理した木材に、木材保存剤を加圧注入する最新技術を導入。構造物を構成する木材の1本1本が、極めてばらつきのない均一性に優れた高品質材となります。木材を圧縮処理することで、含水率70%を超える木材へ木材保存剤を充分浸透させることが可能になりました。

(右写真) 薬剤の浸透度比較 Φ90、2000mm、スギ間伐材



## 耐久性

公的なデータと大学との継続的な試験により  
長期の耐久性を確認しています。

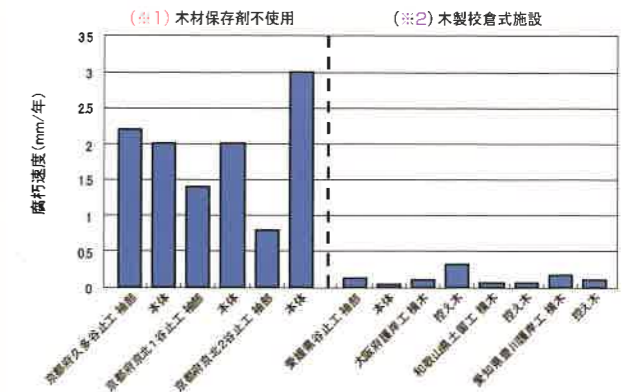
治山・治水施設のうちでも比較的大型で長期間機能を発揮することが期待される谷止工、護岸工、土留工等の構造物に木材を用いる場合には、施設の耐久性を考慮して設計および維持管理を行うことが重要です。そこで、施工後約6~10年経過した木製校倉(アゼクラ)式谷止工・護岸工・土留工について腐朽速度の実態調査を実施しました。

### 木製校倉式構造物(防腐処理)の腐朽速度調査

農博 東京農工大学大学院 石川芳治  
(株)コシイブレザービーク 田次慶久 前田恵史 金岩岳彦

京都府に設置された木製谷止工の設置後5~7年間の平均腐朽速度と比較した結果を示す。(※1)京都府の木製谷止工の部材はスギを用いており、木材保存剤は使用していない。(※2)校倉式(谷止工・護岸工・土留工)部材の腐朽速度は木材保存剤を使用していない京都府の谷止工の部材の1/20~1/70と小さく、木製校倉式施設の部材は耐久性が極めて高いことが分かります。

(右グラフ) 京都府木製谷止工(木材保存剤を不使用)と校倉式構造物との腐朽速度の比較



## 安全性

O&Dウッドで使用する木材は、マイトレックACQ(主成分: 銅、塩化ベンザルコニウム)を用いて、加圧注入処理されています。このマイトレックACQは、JIS(日本工業規格)の定める木材保存剤に適合する優れた防腐・防蟻剤です。数々の安全性を証明する資料をもとに、過酷な条件下でも、薬剤成分は木材に固着し、周囲の環境を汚染しない事が明らかにされています。

(※1) (財)日本食品分析センター魚毒性評価証明によるとマイトレックACQ加圧注入用処理液の魚毒性は次のとおりでした。(※2) この成績を評価するとA類に該当しました。よって、通常の使用方法では、マイトレックACQは問題がない薬剤といえます。

マイトレックACQ: JIS K1570該当薬剤

(※1) (財)日本食品分析センター魚毒性評価証明

コイに対する魚毒性  
48時間 LC50(TLm) 評価値=42ppm(mg/ℓ)

ミジンコ類に対する魚毒性  
3時間 LC50(TLm) 評価値=34ppm(mg/ℓ)

(※2) 農業の魚毒性分類の基準  
鳥取県生産振興課ホームページ 附録 P77より引用 (http://www.pref.tottori.lg.jp/120956.htm)

区分	分類の基準		注意事項の表示
	コイに対するTLm	ミジンコに対するTLm	
A類	10mg/ℓより大	0.5mg/ℓより大	通常的使用方法では魚介類に影響はない。
B類	10mg/ℓ以下 0.5mg/ℓより大	0.5mg/ℓ以下	通常的使用方法では魚介類に影響は少ないが、一時的に広範囲に使用することは十分注意する。
B-β類	2mg/ℓ以下	—	B類区分のうち特に注意が必要なもの。
C類	0.5mg/ℓ以下	—	散布された薬剤が河川・湖沼・海域及び養殖池に飛散または流入する恐れのある場所では使用せずこれらの場所以外で使用する場合も、一時的に広範囲に使用しない。散布器具及び容器を洗浄した水、使用残りの薬液ならびに使用後の空きビン及び空袋は河川などに流さず、適切に処理する。

A→B→B-β→Cの順に毒性が強くなります。TLm(半数致死濃度) 特定の供試魚を、農業製剤や原体を溶解または懸濁させた水槽中で一定時間飼育し、その50%が生き残らざる薬剤濃度



# 1 自然との調和を考え、安定性と耐久性を実現した 木製校倉式構造物



深部まで浸透した耐久性の高い処理



木材保存剤の浸潤状況

安定性が増すノッチ加工



木製校倉(アゼクラ)式構造物は、木材保存剤の深浸潤処理により高耐久性を得た、横材(壁材)と縦材(控材)を井桁に組み、井桁の中に土石を詰めた重力式の枠構造物です。

## 校倉式工法による強靱な構造

木材を利用した校倉(アゼクラ)式の構造物に着目した新しい構造物です。構造物そのものが井桁の丸太組であるため、組み立てが堅固で構造全体がしっかりしているのが特長です。

**国土交通省** 新技術活用促進システム  
に登録されています。

### 新技術概要説明情報 登録No.KK-980031-A

技術名称：O&Dウッド校倉式工法  
副題：間伐材の利用  
開発目標：省力化、経済性の向上、耐久性の向上、  
作業、環境の向上、周辺環境への影響抑制

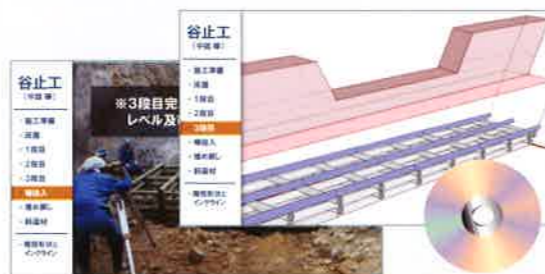
※詳細はこちらをご覧ください。 <http://www.netis.mlit.go.jp>

**林野庁** 暫定歩掛表に掲載されています。



**工期短縮** 運搬、設置が簡単です。

早期の工事完了を実現	組み立て施工に熟練労働力を必要としません。
残土発生量が極めて少ない	切取・掘削などによる、現地発生した土石を中詰材として使用できます。
災害復旧工事などに対応	構造物の養生期間が不要であり、工事完成と同時に施工効果を発揮します。
資材搬入が容易	材料が軽量であるため、人力で運搬可能です。



施工手順については、DVDをご覧ください。

# O&D製品

## 2 使用用途が広がる簡易工法 O&Dウッドユニット式 木製枠

現場で組み立てる必要のない  
工場製品の枠工です。

現場で簡単に施工できる 軽量・シンプル な構造です。間伐材を利用する自然環境に即した構造物であり、使用用途は多岐にわたります。(法止擁壁工、山腹土留工等の河川、山腹、道路沿いの災害復旧工事など)

### 施工時のポイント

- ・組み立て、折りたたみが簡単です。
- ・軽量で運搬に便利です。
- ・工場で製作されたユニットを設置するだけです。
- ・工期が短縮され、熟練工がいなくても施工できます。



詳細については、木製枠パンフレットをご覧ください。



# 木製校倉式構造物は 安定計算と構造計算に 基づいた構造体です。

控材

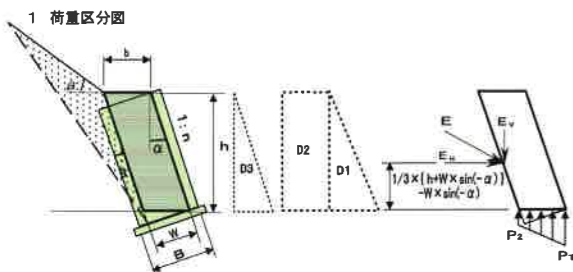
中詰材(土砂・礫)

壁材



枠組みと中詰材を一体の構造物として、転倒、滑動、地盤支持といった重力式の構造物としての照査を行います。

## 木製校倉式擁壁工(φ=90mm) 盛土タイプ(水平天端)



2 各部寸法

壁高 h (m)	壁法長 SL (m)	表のり n (m)	裏のり m (m)	壁厚 B (m)	計算用壁厚 W (m)	水平壁厚 b (m)
3.04	3.17	0.300	-0.300	1.00	0.76	0.793

3 設計条件

壁体単位体積重量 ω (kN/m³)	中詰材単位体積重量 ω' (kN/m³)	木材単位体積重量 ω'' (kN/m³)	背面土単位重量 s (kN/m³)	地表面傾斜角 β (°)	背面土内部摩擦角 φ (°)	斜比換算係数 k
15.9	18	8	18	30.0	35	1.044

壁面傾斜 α (°)	壁面摩擦角 δ (°)	基礎地盤摩擦係数 f	許容支持力 Q (kN/m²)	転倒安全率 Ta	滑動安全率 Fa
-18.699	23.333	0.6	300	1.5	1.5

※壁体単位重量  
延長10m当たり控除木材量(中詰範囲)

控材	丸棒断面積 (m²)	控除材積 (m³)
本数(本)	延長(m)	計(m)
242	0.67	182.14
		0.006
		0.97

延長10m当たり中詰材体積 = 10 × SL × (W - 丸棒径) - 控除材積 = 20.27 m³

延長10m当たり木材量(安定計算範囲)

控材			壁材 (延長/2)			丸棒断面積 (m²)	木材積 (m³)
本数(本)	延長(m)	計(m)	本数(本)	延長(m)	計(m)		
242	0.78	183.92	23	10.00	115.00		
			23	2.10	24.15		
			92	1.20	55.20		
計		183.92			194.35	0.006	2.27

延長10m当たり安定計算範囲体積 = 10 × SL × W = 24.09 m³  
 壁体単位体積重量(ω) = (中詰材体積 × 中詰材単位体積重量 + 木材積 × 木材単位体積重量) / 安定計算範囲体積  
 = (20.27 × 18 + 2.27 × 8) / 24.09  
 = 15.9 kN/m³

4 土圧  
 クーロン公式によって計算する  
 土圧係数(c) =  $\frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2\alpha \cdot \cos(\alpha + \delta) \left\{ 1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \cdot \cos(\alpha - \beta)} \right\}^2}$   
 = 0.23831  
 土圧(E) =  $\frac{(h + W \sin(-\alpha)) \times [h + W \sin(-\alpha)] \times 1/2 \times s \times c}{[3.04 + 0.76 \times \sin(16.699)] \times [3.04 + 0.76 \times \sin(16.699)] \times 1/2 \times 18.0 \times 0.23831}$   
 = 22.771 kN  
 土圧の鉛直分力(E<sub>V</sub>) = E × sin(δ + α) = 22.771 × sin(23.333 - 18.699)  
 土圧の水平分力(E<sub>H</sub>) = E × cos(δ + α) = 22.771 × cos(23.333 - 18.699)

5 計算表

計算区分	数式	荷重 kN	アームの計算式	アーム m	モーメント kN・m
D1	$n \times h^2 \times 1/2 \times \omega$	22.041	$2/3 \times n \times h$	0.608	13.401
D2	$b \times h \times \omega$	38.330	$n \times h + 1/2 \times b$	1.309	50.174
D3	$m \times h^2 \times 1/2 \times \omega$	-22.041	$n \times h + b + 1/3 \times m \times h$	1.401	-30.879
E <sub>V</sub>	$E \times \sin(\delta + \alpha)$	2.631	$W \times \cos(-\alpha) + 1/3 \times [h + W \sin(-\alpha)] \times (-m)$	1.054	2.773
E <sub>H</sub>	$E \times \cos(\delta + \alpha)$	22.619	$1/3 \times [h + W \sin(-\alpha)] - W \sin(-\alpha)$	0.888	19.633
計	鉛直分力(Σ <sub>V</sub> )	40.961	抵抗モーメント(M <sub>V</sub> )		35.469
計	水平分力(Σ <sub>H</sub> )	22.619	転倒モーメント(M <sub>H</sub> )		19.633

6 断面積  
 水平壁厚(b) = W × k = 0.76 × 1.044 = 0.793m  
 断面積(A) = W × h × k = 0.76 × 3.04 × 1.044 = 2.41 m²

7 合力の作用位置及び偏心距離  
 合力の作用位置(d) = (M<sub>V</sub> - M<sub>H</sub>) / Σ<sub>V</sub> = (35.469 - 19.633) / 40.961 = 0.387m  
 偏心距離(e) = b/2 - d = 0.793/2 - 0.387 = 0.010m

8 地盤反力  
 (P<sub>1</sub>) = Σ<sub>V</sub>/b × (1 + 6e/b) = 40.961/0.793 × (1 + 6 × 0.010/0.793) = 55.56 kN/m²  
 (P<sub>2</sub>) = Σ<sub>V</sub>/b × (1 - 6e/b) = 40.961/0.793 × (1 - 6 × 0.010/0.793) = 47.75 kN/m²

9 転倒、滑動の安全率  
 転倒安全率 M<sub>V</sub>/M<sub>H</sub> = 35.469 / 19.633 = 1.80  
 滑動安全率(壁底の傾斜を考慮)  
 f × (Σ<sub>V</sub> + Σ<sub>H</sub> × tan α) / (Σ<sub>H</sub> - Σ<sub>V</sub> × tan α) =  
 0.6 × (40.961 + 22.619 × tan 16.699) / (22.619 - 40.961 × tan 16.699) = 2.77

10 安定の検討  
 転倒に対する安定 Ta(1.5) ≤ 1.8 安定  
 滑動に対する安定 Fa(1.5) ≤ 2.77 安定  
 地盤反力に対する安定 Qa = 300 kN/m² > P<sub>max</sub> = 55.56 kN/m² 安定

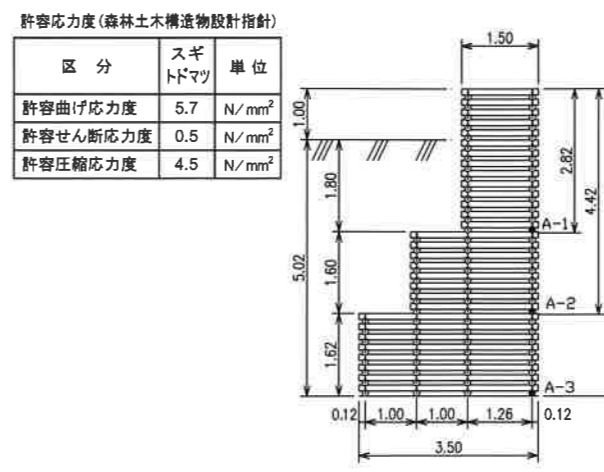


枠組みに対して、部材の強度や接合部の抵抗力(公的機関での実験値)が十分で、一体の構造物として問題がないかを照査します。

## 木製校倉式谷止工内の安定計算書

計算結果

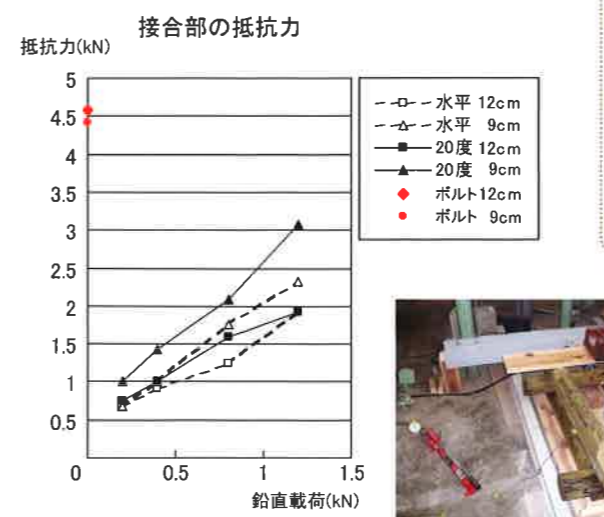
壁面勾配	位置	控材		壁材		抜け出し安全率	備考
		曲げ N/mm²	せん断 N/mm²	曲げ N/mm²	せん断 N/mm²		
垂直	A-3	3.086	0.184	1.618	0.121	3.952	
	A-2	3.002	0.179	1.566	0.117	3.513	
	A-1	2.447	0.146	1.218	0.091	2.167	



3 壁材の検討  
 壁材は控材で支持された2径間の連続梁である。両端はピンであるとし、中央部分のみ固定端と考える。左半分を取り出すと、図に示す構造になる。  
 スパン L = 1.000 m  
 作用荷重 q = 2.196 kN/m  
 支点反力 R<sub>a</sub> = 3/8 × q × L = 3/8 × 2.196 × 1.000 = 0.823 kN  
 R<sub>b</sub> = 5/8 × q × L = 5/8 × 2.196 × 1.000 = 1.373 kN  
 M<sub>max</sub> = 1/8 × q × L<sup>2</sup> = 1/8 × 2.196 × 1.000<sup>2</sup> = 0.275 kNm  
 S<sub>max</sub> = R<sub>b</sub> = 1.373 kN  
 曲げ応力度 σ<sub>w</sub> = M/Z = 1.618 N/mm² ≤ σ<sub>a</sub> = 5.70 N/mm² O.K  
 せん断応力度 τ = S/A = 0.121 N/mm² ≤ τ<sub>a</sub> = 0.50 N/mm² O.K

4 壁材の抜き出し検討  
 壁材の抜き出し力は支点反力である。ここではR<sub>b</sub>の2倍、つまり連続体の反対側にも同一の荷重が作用しているの  
 H = R<sub>b</sub> × 2 = 1.373 × 2 = 2.745 kN  
 壁材は控材が受ける荷重により支えられており、控材が受ける荷重は以下に示すとおりである。控材は中詰め土砂の自重や鉛直土圧が作用し、段ごとに壁材が受け、控材に支点反力が順次伝達される。  
 H = 7.020 m  
 q = γ × H = 18.0 × 7.020 = 126.360 kN/m<sup>2</sup>  
 受持つ面積は、控材の部材幅  
 A = 0.12 × (1.50 - 0.18 × 2) = 0.137 m<sup>2</sup> とする。  
 支点にかかる壁材の自重は  
 n = (7.02 - 0.02) / 0.2 - 1 = 34本  
 w = 0.06m × 0.06m × 3.14 × 1.0m × 0.8kN/m<sup>3</sup> = 0.009 kN  
 w × n = 0.306 kN とする。  
 支点の鉛直荷重は N = R = q × A + w = 126.360 × 0.137 + 0.306 = 17.592 kN となる。

## 木製校倉式構造物の強度評価実験



① 実験装置全体(油圧ポンプ、変圧計) ② 変位後(壁材が控材の上に乗っている) ③ スクリューが抜けつつある状態