第３章　間伐材型枠（横型）の開発

３．１　試作品製作

１）開発目標

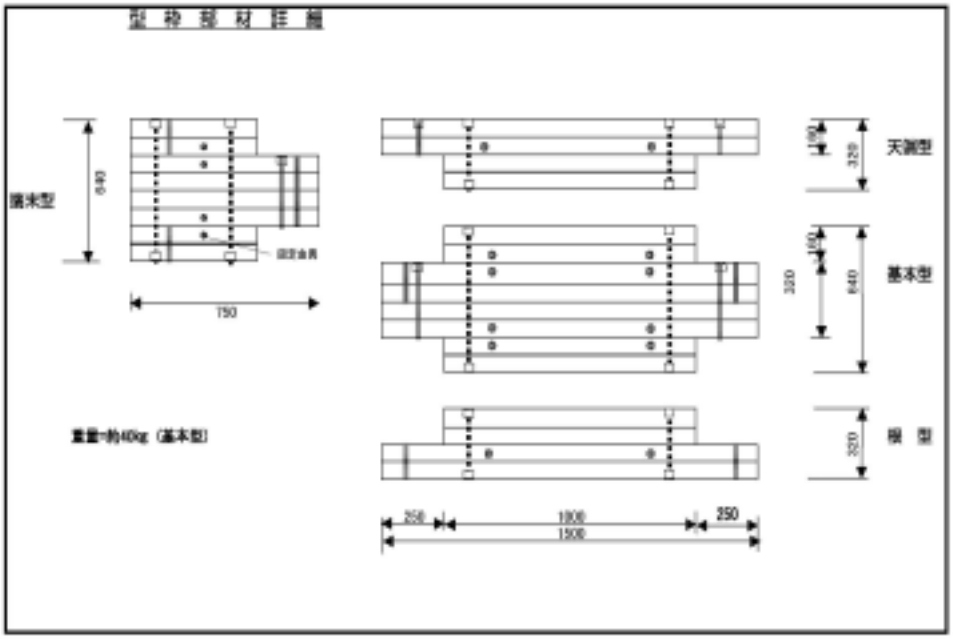
間伐材を利用した型枠を開発するに当り、以下の項目について検討した。

① 型枠組立作業が、簡単・安全・強固であること。
② 材質等、環境面において無害でやさしいこと。
③ 軽量で、人の手で運搬・取り扱いが容易に出来ること。
④ １㎡当りに使用する間伐材材積を出来るだけ多く使用すること。
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、４タイプを試作した。１型の１個当たりの重量は 45kg（作業員２名で設置が可能）とした。

１型　Ｌ＝１．５０ｍ、Ｈ＝０．６４ｍ
２型　Ｌ＝１．５０ｍ、Ｈ＝０．３２ｍ（基礎型）
３型　Ｌ＝１．５０ｍ、Ｈ＝０．３２ｍ（天端型）
４型　Ｌ＝０．７５ｍ、Ｈ＝０．６４ｍ



３）試作品写真

４）組み立て状況

組み立ては、連結金具を２本～４本打ち込むことにより結合し、型枠支保用のバタ角等がいらないような組み立て強度を有するように構造、組み立て方法を検討した。

連結金具打込み状況

固定金具取付状況

間伐材型枠転落防止用手摺取付完了

３．２　試作品の室内試験

１）試験概要

日　時　：平成１５年7月１４日　9:00～12:00
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、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

残存型枠のコンクリート打設時の型枠としての強度とコンクリートの漏水状態の確認

３）　試験施工状況

【試験施工条件】

コンクリート配合　１８－８－４０ＢＢ
打設方法　　直接打設、打設量２．５m3
構造物の寸法　　上幅０．３ｍ　下幅０．５ｍ　高さ　１．３ｍ
　　延長５．０ｍ　木製目地材有り

施工状況写真

コンクリート締固め状況

コンクリート十点状況

コンクリート打設完了

【試験施工結果】

・型枠の浮き上がり、ズレは観測されなかった。
・型枠間の突き合わせのところに少々隙間が空いていてもコンクリートは漏れてこない。
・バイブレータをかけたときに若干セメントミルクが流出する。

（参　考）

型枠設置の労務調査・・・別紙　１（揖斐郡森林組合調査）・・・・P26

【施工品価格】

・1m2 当たり、２２，５１７円

【施工費用】

・建設研究センターから残存型枠の設置歩掛を提案した。・・・別紙２・・・・P25
・1m2　２６，８８５円（無筋構造物）
　1m2　２５，５１７円（砂防ダム）

４）　課題・問題点

・製品がまだまだ高価なのでやすくする方法を検討する。例えばローリング加工を廃止し、皮付きの２面引きにする。

・７月中にＰＲパンフレットと参考歩掛かりを作成の上、発注機関（揖斐建設事務所、揖斐農山村整備事務所）にＰＲに行く。

・間伐材の皮付き丸太のまま型枠として使用できる工法を検討する。・・別紙３・・P33～

３．３　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：ＡＣＩ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

・ＡＣＩ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１０～２０㎝、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に検討するだけでよい。

⑥　その他

間伐材の厚みが１０㎝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/m2・hr・℃
コンパネ（10 ㎜）　10kcal/m2・hr・℃
間伐材（100 ㎜）　3～5 kcal /m2・hr・℃(推定値)

２）間伐材強度予備試験

型枠を支保しているアンカーボルトの引き抜き抵抗力のデータが不足しているため、岐阜大学工学部社会基盤工学科森本教授の研究室の協力を得て、供試体により引き抜き強度試験を実施した。

【ｱﾝｶｰ引き抜き強度試験の概要】

日　時：平成１５年９月１１日
場　所：岐阜大学工学部実験棟
出席者：岐阜大学　工学部　森本教授、小澤助手
　　（財）岐阜県建設研究センター　伊藤
供試体：供試体の木材部分の寸法は、長さ３０㎝程度とすること。
　　ｱﾝｶｰﾎﾞﾙﾄの長さは、50～60 ㎝程度とすること。
　　供試体は３個とする。

【ｱﾝｶｰ引き抜き強度試験の結果】

中間位置
　ス　ギ　　１．６１ｔ
　ヒノキ　　１．５５ｔ

完全引き抜き
　ス　ギ　　２．４４ｔ
　ヒノキ　　２．２９ｔ

【試験状況】

アンカー引抜き試験の実施　　岐阜大学実験室　　森本教授と研究員

試験打合せ状況

引抜き試験状況

試験結果
（1/2 引抜き）

試験結果
（完全引抜き）

３）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℃、
ｺｸﾘｰﾄ打設速度：R=3.0ｍ/ｈ
スギ引っ張り曲げ許容応力：７５kg/㎝２
スギせん断許容応力：６kg/㎝２
ｱﾝｶｰﾎﾞﾙﾄの規格　丸鋼　SR２３５　径１０㎜（断面積 0.7133 ㎝２）降伏点強度　２３５N/㎜２
＝２４００kgf/㎝２
スギ引き抜き強度　１．６１t～２．４４ｔ

【計算結果】

・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、間伐材型枠は、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。

【計算書】

添付資料参照

３．４　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、国土交通省の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。特に支保工が大幅に軽減できるので、諸経費の調整（１／２）を行った。

製品価格は、類似品の価格調査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。間伐材型枠の参考歩掛かりは、次の通りです。

間伐材型枠施工歩掛(ダム型)　単価表　100㎡当たり

名　称	数量	単位	単 価	金 額	摘 要
世話役	2.0	人	23,400	46,800	
型枠工	3.0	人	21,500	64,500	
普通作業員	8.0	人	15,800	126,400	
トラッククレーン	1.0	日	32,000	32,000	16t
木製残存型枠	100.0	㎡	21,255	2,125,500	
諸雑費	6.5	%	237,700	15,451	労務費に対する割合
計				2,410,651	
1㎡当たり				24,107	

※国土交通省暫定歩掛を準用(型枠設置のみ)
※支補工等が容易になったため諸雑費を半減する。(13.0/2=6.5)

間伐材型枠施工歩掛(無筋・鉄筋構造物型) 単価表　100㎡当たり

名　称	数量	単位	単 価	金 額	摘 要
世話役	3.2	人	23,400	74,880	
型枠工	5.5	人	21,500	118,250	
普通作業員	10.5	人	15,800	165,900	
トラッククレーン	1.0	日	32,000	32,000	16t
木製残存型枠	100.0	㎡	21,255	2,125,500	
諸雑費	6.5	%	359,030	23,337	労務費に対する割合
計				2,539,867	
1㎡当たり				25,399	

※国土交通省暫定歩掛を準用(型枠設置のみ)
※支補工等が容易になったため諸雑費を半減する。(13.0/2=6.5)

木製残存型枠
1500 十字タイプ 基本型

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	Φ100×80×1,500 ローリング2面挽 穴6	2	本	2,460	4,920	
間伐材	ローリング丸太	Φ100×80×1,500 ローリング2面挽 穴8	1	本	2,610	2,610	
		Φ100×80×1,500 ローリング2面挽 穴4	1	本	2,110	2,110	
		Φ100×80×1,000 ローリング2面挽 穴4	2	本	1,210	2,420	
		Φ100×80×1,000 ローリング2面挽 穴3	2	本	1,460	2,920	
金具	組立ボルト	Φ12全ネジボルト・ナット 640	2	本	270	540	
	連結金具	Φ13 六角剣先棒	2	本	250	500	
	固定金具	Φ9 取付けボルト	3.2	本	120	384	1㎡当たり4本
組立て		組立て	1	基	600	600	
計	1基		0.8	㎡		17,004	

1㎡当り 21,255.0

1基当り 間伐材使用量 0.1 m3
1㎡当り 間伐材使用量 0.125 m3

木製残存型枠
1500 十字タイプ（根 型）

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	Φ100×80×1,500 ローリング2面挽 穴6	1	本	2,460	2,460	
間伐材		Φ100×80×1,500 ローリング2面挽 穴4	1	本	2,110	2,110	
金具		Φ100×80×1,000 ローリング2面挽 穴2	2	本	1,300	2,600	
	組立ボルト	Φ12全ネジボルト・ナット 320	2	本	250	500	
組立て	固定金具	Φ9 取付けボルト	2	本	120	240	1㎡当たり5本
		組立て	1	基	500	500	
計							
	1基		0.4	㎡		8,410	

1㎡当り 21,025.0

1基当り 間伐材使用量 0.05 m3
1㎡当り 間伐材使用量 0.125 m3

木製残存型枠
1500 十字タイプ（天端型）

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	Φ100×80×1,500 ローリング2面挽 穴6	1	本	2,460	2,460	
間伐材		Φ100×80×1,500 ローリング2面挽 穴4	1	本	2,110	2,110	
金具		Φ100×80×1,000 ローリング2面挽 穴2	2	本	1,300	2,600	
	組立ボルト	Φ12全ネジボルト・ナット 320	2	本	250	500	
	連結金具	Φ13 六角剣先棒	2	本	250	500	
組立て	固定金具	Φ9 取付けボルト	2	本	120	240	1㎡当たり5本
		組立て	1	基	500	500	
計							
	1基		0.4	㎡		8,910	

1㎡当り 22,275.0

1基当り 間伐材使用量 0.05 m3
1㎡当り 間伐材使用量 0.125 m3

木製残存型枠
1500 十字タイプ（端末型）

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	Φ100×80×750 ローリング2面挽 穴4	2	本	1,300	2,600	
間伐材		Φ100×80×750 ローリング2面挽 穴5	2	本	1,450	2,900	
		Φ100×80×500 ローリング2面挽 穴3	2	本	920	1,840	
		Φ100×80×500 ローリング2面挽 穴4	2	本	1,070	2,140	
金具	組立ボルト	Φ12全ネジボルト・ナット 640	2	本	270	540	
	連結金具	Φ13 六角剣先棒	1	本	250	250	
	固定金具	Φ9 取付けボルト	1.6	本	120	192	1㎡当たり4本
	端末連結金具	Φ12ボルト	1	本	190	190	
組立て		組立て	1	基	600	600	
計	1基		0.4	㎡		11,252	

1㎡当り 28,130.0

1基当り 間伐材使用量 0.05 m3
1㎡当り 間伐材使用量 0.125 m3

※ロマン工法の場合は固定金具のボルト・ナットの仕様を変更するものとする。

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。

・4 タイプの型枠部材（基本型・端末型・天端型・根型）を連結金具（φ13 ㎜・L=450 ㎜）で打ち込み、組み立てます。

・締付けは、固定金具（φ9 ㎜・L=200 ㎜）を使用、これに溶接し固定します。

・型枠前面の補強材（鋼管・バタ角等）が不要です。

・型枠作業は内面寄りの組立の為、足場が不要です。尚、専用固定金具で転落防止用手摺やキャットウォークを取り付けることが出来ます。

・型枠の高さ・長さは工場で調整でき、斜加工も現場で出来ます。

・目地材及び水抜き穴は、組立時、切り込みや切断をして取り付けます。

３）ＰＲパンフレットの作成

活用促進を図りためにＰＲパンフレットを作成しました。

添付資料　参照

３．５　試験施工の実施

　ＰＲパンフレットで、県内発注機関へ工法ＰＲ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　：崩１３号　崩落決壊防止工事
工事場所：益田郡小坂町落合地内
工　期　：平成１５年１２月～平成１６年３月
工　種　：重力式擁壁（落石防護柵付）
　　H=1.5m　L=57.0m
発注者　：萩原建設事務所　道路維持課

２）試験施工実施状況

施工完了

コンクリート打設完了

屈曲部施工状況

水抜施工状況

型枠組み立て状況

３．６　今後の課題と普及

１）課題
　コスト削減の工夫
　標準施工歩掛りの検討

　今回の崩落欠壊防止事業での試験施工の実施について以下のとおり意見をとりまとめた。

　工場製作　・設計図を基本に各部材の割付図の作成
　　・折点・取付け等の検討
　　・４種類の部材で施工可能製作
　　現場　　・組立て作業は簡単
　　・目地材設置・水抜き穴加工・折点箇所特に問題なく組立る
　　・各部材を連結金具が固定する箇所を増やしたらどうか
　　・コンクリート打設時の型枠の浮き上がり防止の工夫
　　・見た目がよい

　　発注者　　・施工途中で意見がまだ聞けておりません

２）普及活動
１.岐阜県社会基盤研究所ニュース　（第２号・H15 年 12 月号）にて研究活動の報告
間伐材を利用した建設構造物の試作タイプを開発

１.岐阜社会基盤研究所主催、第 1 回研究発表会（H15 年 2 月 3 日）
にて共同発表及び、試作品等の展示

・間伐材を利用した建設構造物の強度等研究

１．現在“間伐材型枠”を岐阜県新技術・新工法登録に申請中