

治山工事における県産材コンクリート型枠合板の実証的施工について

中信森林管理署 姫川治山事業所 ○ 長濱 健
中信森林管理署 治山グループ 岡庭 敏夫

要旨

長野県産材ヒノキ 100%のコンクリート型枠合板を用いた治山ダムを実証的に施工し、仕上がり状況や経済性を検証しました。その結果、仕上がり状況では若干のはらみを確認し、経済性では僅かながら高くなる結果となりましたが、概ね金属製型枠パネルや南洋材のコンクリート型枠合板と遜色ない施工ができました。また、はらみについてその発生要因を分析しその対策を考察しました。

はじめに

公共土木工事に使用される型枠は、一般的に経済性や施工性の観点から金属製型枠パネルや南洋材のコンクリート型枠合板が多く用いられ、国産材のコンクリート型枠合板を用いた施工実績は全国的に多くありません。そこで今回、国産材の需要拡大を図るため、長野県産材ヒノキを使用したコンクリート型枠合板を用いて治山ダムを施工し、その実用化に向けて問題点を明らかにするために本課題に取り組みました。

1 実証地概要

(1) 位置・地質・気象

実証地は、長野県北安曇郡小谷村奉納地内（図-1）、土谷川すべり防止工事です。この地域は糸魚川—静岡構造線の影響を受け急峻で脆い地質であること、また豪雪地帯であることから山地災害が多発している地域です。

標高は約 810m、年間平均気温 9.4°C、年間降水量約 2,000mm、最大積雪深 210cm となっています。

(2) 土谷川すべり防止工事の内容

当工事は昭和 57 年施工の既設谷止工の直下流に副ダムを施工し、基礎地盤の洗掘防止と本堤の保護を図るもので（写真-1）。当工事の中で、堤体下流側に対し長野県産材ヒノキのコンクリート型枠合板を用いて施工しました。比較対象として一般的に広く用いられてきた南洋材のコンクリート型枠合板も使用しました（図-2）。



図-1 実証地位置図



写真-1 治山ダム施工箇所

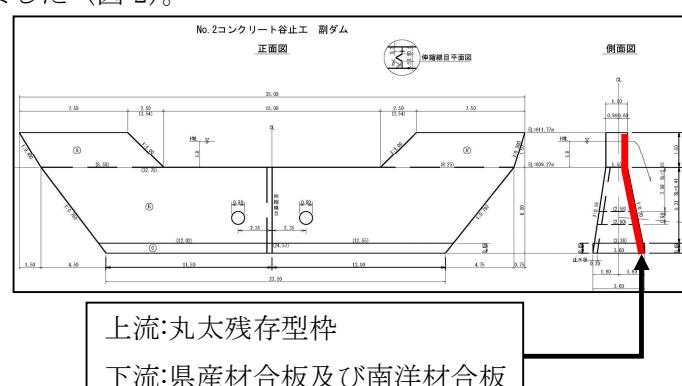


図-2 治山ダム構造図

2 コンクリート治山ダム工の施工手順

コンクリート治山ダム工の施工は最初に渓床内の施工位置において床掘し、内側から鉄筋で支えながら型枠を立ち上げます（写真-2）。型枠を2段=1.8m組み立てた時点でコンクリートを打設し、これを繰り返しながらダムを構築します。なお、1回の打設単位を「リフト」、打設の境目を「打継目」、型枠は打設されたコンクリートの内圧に対抗するため外側から単管パイプなどで支えられ（写真-3）、これら单管パイプと型枠を接合する部品は「締め付け金具」（写真-4）と呼ばれています。



写真-2 型枠の立ち上げ



写真-3 単管による支保工



写真-4 締め付け金具

3 コンクリート型枠

（1）金属製型枠パネル

金属製型枠パネルは、メタルフォーム（写真-5）と呼ばれ、軽量で剛性があり、繰り返し使用することができ経済的であるため広く使用されています。

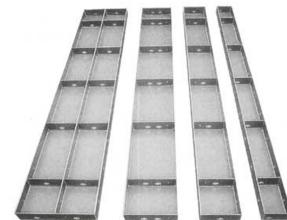


写真-5 金属製型枠パネル

（2）長野県産材ヒノキを使用したコンクリート型枠合板

今回の実証的施工で用いたコンクリート型枠合板は、長野県森林組合連合会、林ベニヤ産業株式会社のご協力によって長野県産材ヒノキを使用したコンクリート型枠合板（写真-6）を作成して頂きました。ヒノキ材の5層構造で、コンクリートに接する面はウレタン塗装による表面加工が施され、規格寸法は90cm×180cm厚さ12mmです。



写真-6 長野県産材ヒノキ合板

4 検証項目・検証方法

以下の3項目について検証しました。

（1）コンクリート表面の仕上がりについて

できあがった谷止工の下流面に金定規を当て（写真-7）、コンクリート表面のはらみと打継目ににおける段差の発生状況（写真-8）を確認しました。



写真-7 表面のはらみ

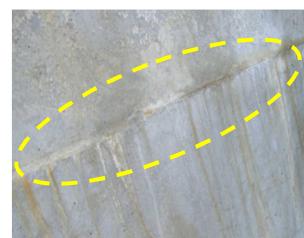


写真-8 打継目の段差

（2）型枠合板の状況について

使用後の型枠合板のムシレ等損傷状況の有無（写真-9）、コンクリート表面への型枠塗装面からの着色（写真-10）の有無を目視にて確認しました。



写真-9 ムシレ等の確認



写真-10 着色の確認

(3) 型枠合板の転用回数について

型枠用合板 1枚あたり何回使用することができるかを追跡調査（図-3）しました。なお、標準的な使用回数は 2.3 回となっています。（治山林道必携：2-1-8 型枠工による）

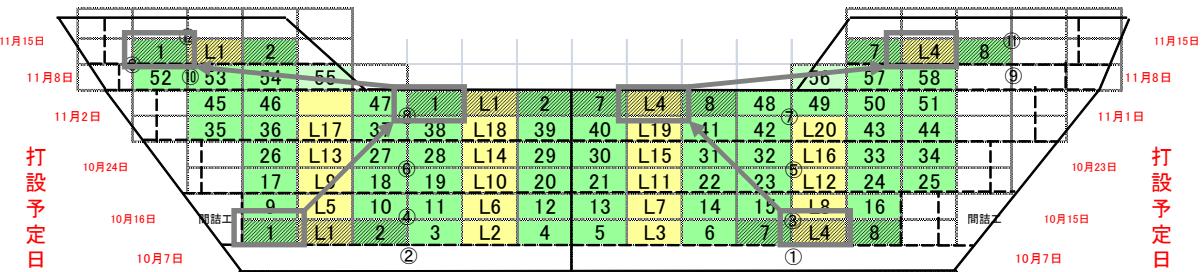


図-3 型枠配置図

5 検証結果

(1) コンクリート表面の仕上がりについて

ア.表面のはらみ・・・コンクリート表面のはらみについて型枠の縦方向 3 箇所、横方向 5 箇所で分割し、その交点 15 箇所（写真-11）においてはらみを測定しました。青色のポイント位置は「締め付け金具」の位置です。

計測した結果を図-4～7 のグラフに示します。これらは計測箇所（横軸）とはらみ量（縦軸）の関係を表しています。図-4、5 は 1 リフトにおける上段の型枠の結果であり、図-6、7 は下段の結果です。上段の型枠では県産材ヒノキ、南洋材とともに B・D の位置、つまり「締め付け金具部」ではらみ量が大きい傾向があり、下段の型枠では県産材ヒノキ、南洋材とともに中央 C の位置ではらみ量が大きいことが確認できました。

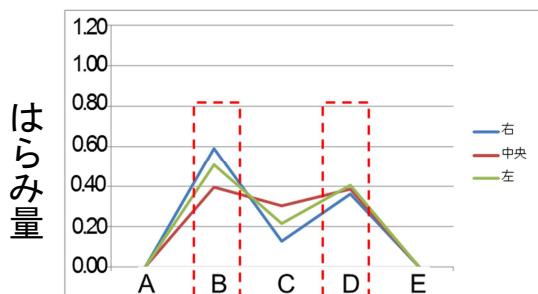
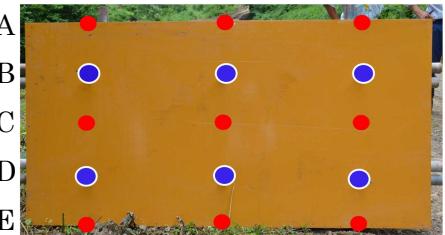


図-4 県産材ヒノキ上段

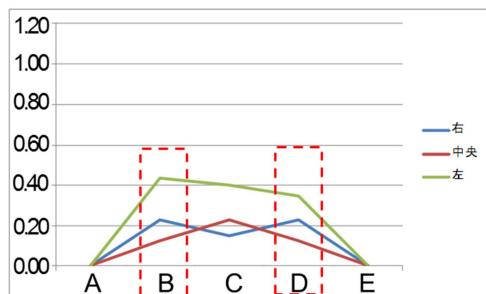


図-5 南洋材上段

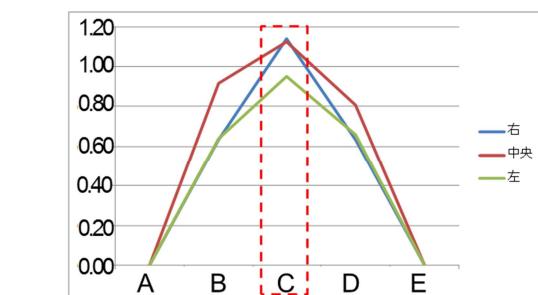


図-6 県産材ヒノキ下段

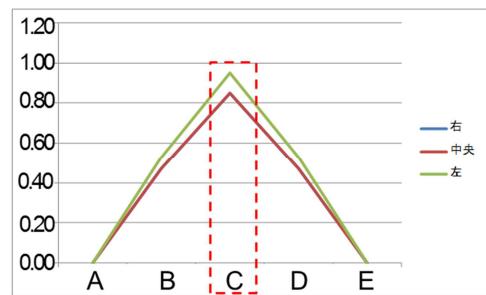


図-7 南洋材下段

イ.打継目の段差・・・目視によって打継目の段差発生状況（写真-12）を確認したところ、若干の段差がみられるものの谷止工の構造や安定に支障を来すものではありませんでした。また、県産材ヒノキと南洋材での差はありませんでした。

(2) 型枠合板の状況について

ア.型枠合板のムシレ等損傷の有無・・・使用後の型枠合板表面（写真-13）は、コンクリートの付着があるもののムシレ等の損傷は確認されませんでした。

イ.コンクリート表面への着色等の有無・・・脱型後のコンクリート表面（写真-14）を目視確認しましたが着色は確認されませんでした。



写真-12 打継目の段差



写真-13 脱型後の型枠合板



写真-14 コンクリート表面

(3) 転用回数について

下図は各計測箇所のはらみ量を使用回数ごとにグラフ化したもので、縦軸にはらみ量、横軸に計測箇所をとったものです。県産材ヒノキ（図-8）、南洋材（図-9）とともに3回目使用時で、はらみ量が大きく伸びていることが確認できます。

図-10については、使用回数ごとのはらみの平均値を型枠ごとでグラフにしたものです。横軸が使用回数になり、回数が増えるに従いはらみ量が増える傾向が確認できます。また、県産材ヒノキの方が若干ではありますが、南洋材よりはらみ量が大きい傾向があることが確認できます。

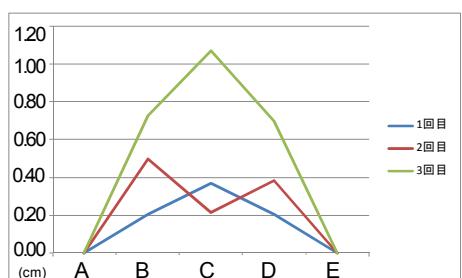


図-8 県産材ヒノキ

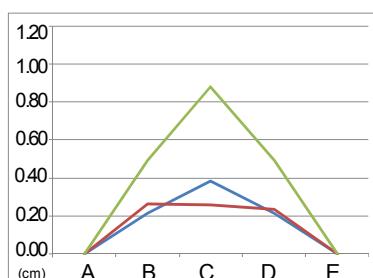


図-9 南洋材

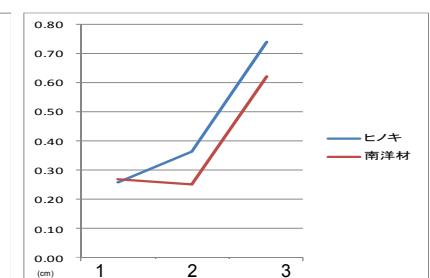


図-10 使用数毎はらみ平均値

また、写真-15、16は2回使用後に表層板材や塗装表面のはがれによって転用することを取りやめた型枠合板です。今回の実証的施工で追跡調査した県産材ヒノキ合板4枚のうち、この2枚が2回使用で破棄、他の2枚が3回使用することができました。よって、標準的な使用回数の2.3回と比較しても遜色ない結果であることが確認できました。



写真-15 表層板のはがれ



写真-16 塗装面のはがれ

(4) まとめ

各検証項目の結果を表-1にまとめました。コンクリート表面の仕上がりについて(はらみについて)は、県産材ヒノキ・南洋材とともに若干のはらみが生じた結果となりましたが、その他のムシレ・着色等の項目については差異がみられない結果です。

表-1 結果まとめ

検証項目			結果	
			県産材 ヒノキ	南洋材
①	コンクリート表面の仕上がりについて	表面のはらみ	△	△
		打継目の段差	○	○
②	型枠合板の状況について	ムシレ等損傷の有無	○	○
		コンクリートへの着色	○	○
③	転用回数		○	○

6 考察

検証の結果、1 リフトにおける上段と下段では型枠のはらみ方に違いがあることが明らかとなり、このはらみ方の違いに着目して、施工手順や施工方法の分析によって、その要因を考察しました。

(図-11) 型枠設置状況を横から見た模式図です。はらみの要因を模式図に示しました。

(図-12) 型枠合板を固定するため、締め付け金具を締め付けることによって、型枠合板が固定用単管パイプ側へ引き寄せられます。

(図-13) 型枠合板を単管パイプ側へ引き寄せる持続的な作用によって、時間の経過とともに歪みが増大する「クリープ現象」として、締め付け金具部分の突出が発生していると考えられます。

(図-14) 型枠合板背面へ設置した固定用引張りアンカーが長く、張力が小さくなる上段側の突出度合いが大きくなる傾向あるものと考えられます。

(図-15) コンクリート打設後、コンクリート硬化前の流動性によって、型枠合板の背面へ大きな圧力がかかります。そして、内圧が大きくなる下段側の型枠合板のはらみ量が大きくなる傾向にあるものと考えられます。

(図-16) 型枠合板にかかる全ての力をイメージ化すると、上段側では締め付け金具部で山状に突出し、下段側では締め付け金具部の突出量以上に内圧によって全体が弓状にはらむ傾向にあるものと考えられます。

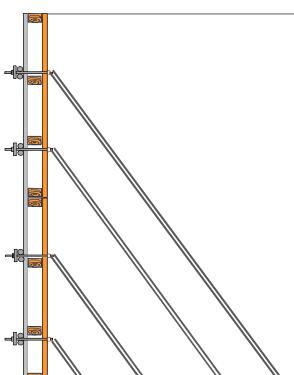


図-11 型枠設置状況

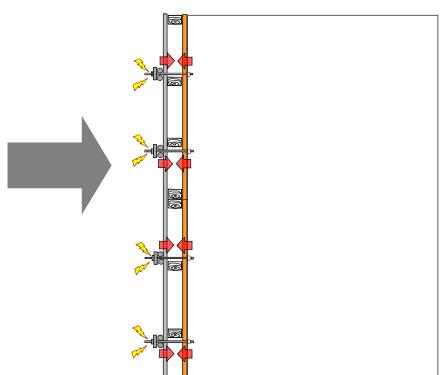


図-12 締め付け金具の締め付け

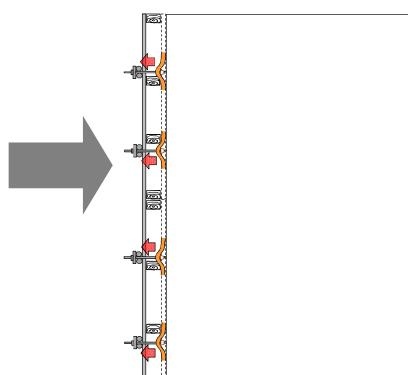


図-13 締め付け金具部の突出

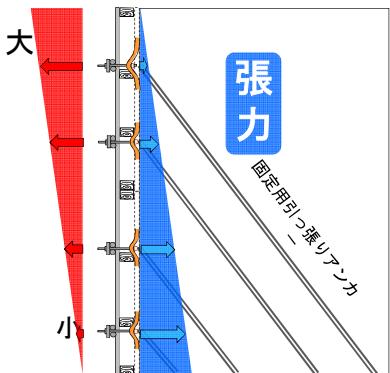


図-14 締め付け金具部
での突出度合い

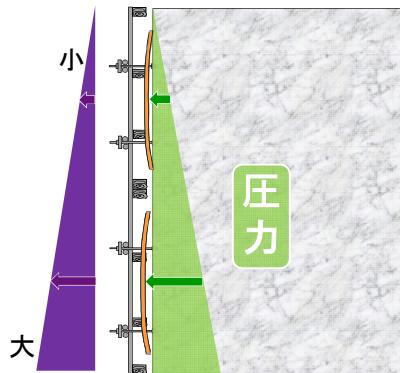


図-15 コンクリート打設による
型枠合板への圧力

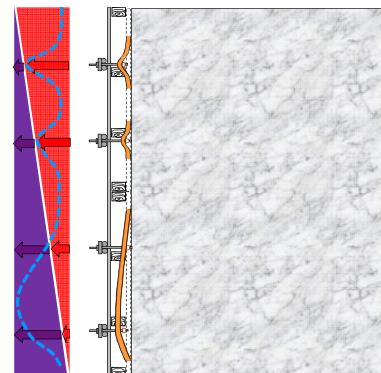


図-16 型枠合板にかかる全ての
力のイメージ

これまでの考察と実際の計測数値結果をグラフ化し、重ね合わせたものが図-17、18です。

発生イメージと実際の数値結果が似通ったものになることから、これら考察した力の関係が妥当であると考えることができます。

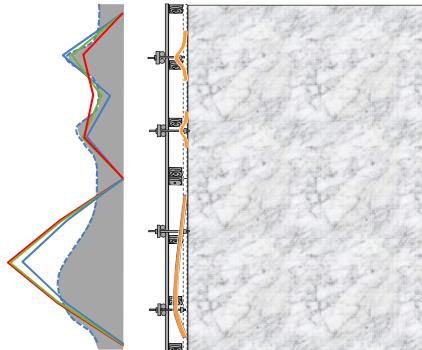


図-17 県産材ヒノキ
はらみ発生イメージ

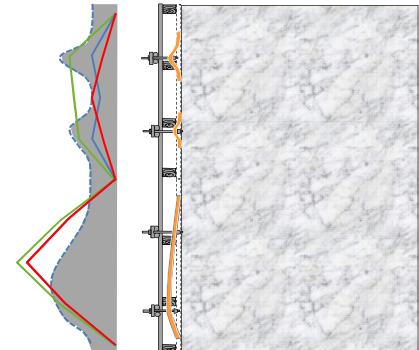
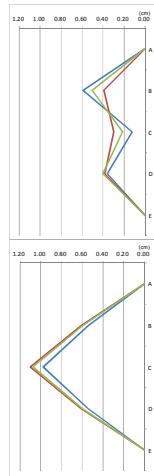
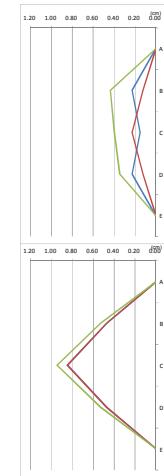


図-18 南洋材
はらみ発生イメージ



以上のことから、合板型枠のはらみについて表-2にまとめました。

1 リフトにおける上段の型枠で確認した山状のはらみについては、主な要因として締め付け金具部でのクリープ現象があげられ、対策として締め付け金具部付近の補強が考えられます。

同じく下段の型枠で確認した弓状のはらみについては、主な要因としてコンクリートの内圧があげられ、対策として単管パイプの設置間隔を狭め、支保強度を上げる等が考えられます。

表-2 考察結果

1 リフト	主な要因		対 策
	上段の型枠	クリープ現象	
	下段の型枠	コンクリートの内圧	締め付け金具部 付近の補強
			単管パイプの設置 間隔を狭める

7 まとめ・今後の課題

今回の実証的な治山ダムの施工において、長野県産材ヒノキを使用したコンクリート型枠合板を用いて、一般的な南洋材のコンクリート型枠合板と遜色ない仕上がりが確認できました。

(1) 型枠設置方法の検討

はらみの発生に対して型枠設置方法の工夫などによって、改善可能か更なる実証が必要です。

(2) 経済性・地域性の確認

今回の実証的施工の中で実際にかかった人件費と材料費を型枠ごとに比較したものを図-19に示します。

人件費、材料費とも鋼製型枠パネルよりも木製型枠の方が高くなり、南洋材とヒノキ材とでは材料費の点で若干ヒノキ材が高くなる結果となりました。

また、国産材や県産材を指定して合板型枠を作成するにあたり、地域で活用できる木材の供給があるか、製品化できる工場が近隣にあるかなどの地域性の点で適当であるかの確認が必要と考えられます。材料費の差がこれら地域性や今後の国産材合板の普及によって圧縮されることが期待されます。

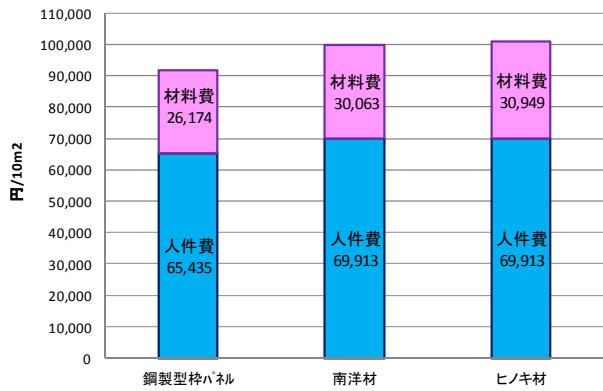


図-19 経済性比較

(3) 許容範囲や検査基準の設定

はらみ量や打継目の段差量に関して、現在、明確な数値規定がありません。これらに対して今後検討する必要があります。

(4) 使用済み型枠合板の有効利用

型枠合板では数回の転用が可能ですが、使用不能となった後は産業廃棄物として処分することになります。今後、国産材型枠合板の普及を進めるうえで、型枠材としての使用後の有効活用を模索していく必要があると考えます。

8 関連した取組

(1) 信州大学との連携

今回の実証的施工と並行して信州大学による調査研究が行われました（写真-17）。



写真-17 信州大学との連携

(2) 現地検討会の開催

平成 25 年 10 月 31 日には長野県との現地検討会（写真-18）、11 月 27 日には管内の建設業者が参加した現地見学会（写真-19）を開催しました。また、信濃毎日新聞、大糸タイムスなどメディアが取材に訪れ、紙面などで紹介されました。



写真-18 長野県との現地検討会



写真-19 現地見学会

おわりに

国産材の需要拡大をより確実なものとするためには、今回の国産材コンクリート型枠合板の実証的施工のような新たなニーズ開拓の取組を幅広に進め具体化していくことが重要であると考えます。



写真-20 工事完成写真（工事名：平成 25 年度 土谷川地すべり防止工事）