

軽量フレームを使用した等厚コンクリート擁壁の開発 ～間知石からコンクリートブロックへ そして、新たな工法へ～

中部森林管理局 伊那谷総合治山事業所

○菅野	すがの	のりこ
○津村	つむら	なほまき
○両角	もろずみ	かずや

紀子
直樹
和也

要旨

近年、建設業就業者の高齢化と減少により、山腹工（基礎工）の主要資材であるコンクリートブロックを扱うことができる技能者（石工）が減り、これに替わりうるものとして、既に溪間工等で普及している残存型枠工（間伐材・軽量鋼製枠複合式）¹⁾（以下、「軽量フレーム」という）を使用した等厚コンクリート擁壁を考案し、民有林直轄治山事業地（鳶ヶ巣（とびがす）崩壊地）において2年間の試験施工を実施しました。

1 はじめに

(1) 間知石とコンクリートブロックの歴史

日本では古来より、間知石（けんちいし）を用いた石積みが造られ、特に各地に築造された城郭や傾斜地、護岸等に数多くみられます（写真1）。

また、コンクリートブロックは、明治時代中期に建築用として開発され、第二次世界大戦後、焼け野原になった都心を復興させるため、簡易で高い不燃性を有する素材のコンクリートブロックが注目され、アメリカからブロック製造機が輸入されたことなどから日本国内に普及しました。

土木工事現場でも、間知石の代替品として道路斜面や護岸等で広く用いられており、治山工事でも、主に昭和30年代後半頃から山腹工の基礎工として多く使用され現在に至っております。



写真1 間知石積

(2) 建設産業の現状と課題

国土交通省の調べでは、建設業就業者は、2016年度末で55才以上が約34%を占めており、高齢化が進行しています。また、技能労働者については、1997年度末のピーク時から約28%減となっています。

当該地域では、特にコンクリートブロックを積める技能者（石工）の減少と高齢化が著しく、技能者（石工）を確保することが非常に困難な状況になっています。

(3) 治山事業における山腹工の現状

山腹工とは、法面緑化だけでなく、森林を復元するための「土木事業」＋「植栽事業」であり、図1は、治山事業の山腹工をイメージしたものです。植栽を行うために筋工を施工し、その筋工や水路工の基礎として土留工が必要となってきます。

長年、土留工について主にコンクリートブロックを使用してきましたが、技能者（石工）の高齢化や減少により、コンクリートブロックの施工が難しい状況となってきています。

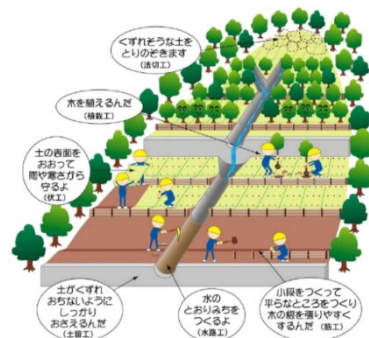


図1 イメージ図

2 開発

(1) 条件

コンクリートブロック擁壁と同等の施工を可能とするため、開発条件として、①幅は間知ブロック (0.37m) と同等 (写真2) で等厚の施工が可能であること、②曲線での施工が可能であること、③直高 1.50m 以上の施工が可能であること、④コンクリートでの施工が可能であること、⑤水抜パイプの設置が可能であること。

また、軽量化による労働負担の軽減と安全確保の観点から、⑥施工が容易で安全であること、⑦軽量であること。

木材利用を推進する観点から、⑧型枠材など木材の利用が可能であることとしました。



写真2 間知ブロック

(2) 軽量フレームの改良

開発の目的や条件を整理する中で、既に溪間工等で普及している軽量フレームに係る軽量鋼製枠 (以下、「内部支持材」という) を取り扱っていた株式会社ライズの「カチオンフレーム工法」に着目し、今回、等厚コンクリート擁壁工法の開発について同社に協力要請を行いました。

カチオンフレーム工法とは、「資材が軽い」「組立が簡単」「曲線に対応」といった3つの特徴を有し、フレーム塗装は、鋼材のエッジにも十分な塗装が得られるよう、エポキシ樹脂電着塗装を行い、コンクリート中でも鋼材の錆びによる膨張破壊を防ぐことができる防錆効果の高い塗装技術で、組立は、ボルトで締める簡単な構造となっております (写真3)。

カチオンフレーム工法の特徴

資材が
軽い

・部材組立式

組立が
簡単

・充電式インパクト
ドライバー使用

曲線に
対応

・型枠に木材を使用し縦横
施工により曲線に対応

3つの特徴



写真3 内部支持材



写真5 木製型枠



写真4 意見交換

写真4は、開発条件である8項目を踏まえ、治山事業における山腹工事の基礎工に適用できるよう、株式会社ライズとの意見交換を重ね、等厚コンクリート擁壁の内部支持材の開発を進めているところです。

(3) 軽量フレームの模式図 (図2)

開発における意見交換等の結果、内部支持材に「カチオンフレーム」を使用し、十字プレートの取付け位置を前面と背面でずらして、C型セパレートで内部支持材同士を連結することで勾配1:0.3、厚さ40cmの等厚を容易に設置できるようにしました。

また、組立てた内部支持材の1区間分を「基本ユニット」として並べ、その基本ユニット間を連結し等厚コンクリート擁壁の残存型枠の骨組みとします。

型枠に使用する木材は、一般的な丸鋸での切断加工が可能な4.5cm×9cmの平割材を採用することとし、背面での安全作業を確保するため、脱型作業を行わない木製残存型枠としました(写真5)。

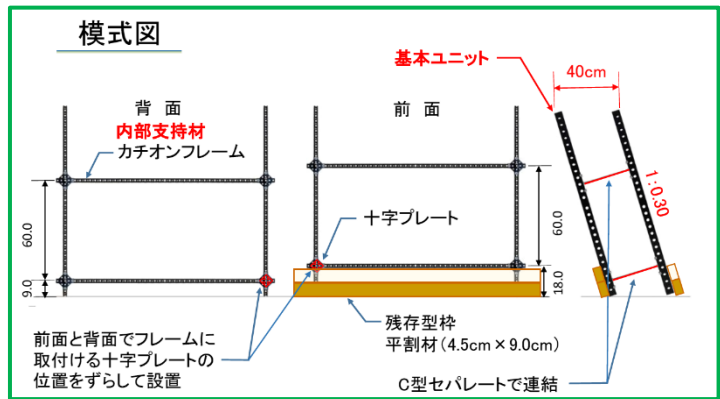


図2 模式図

3 施工

(1) 第1号試作品 (令和元年度施工) (写真6)



写真6 完成写真

- ・延長：19.00m 高さ：1.50m 天端幅：0.40m
- ・コンクリート量：約11 m³ (0.4 m³/m²)
- ・木製残存型枠 (平割材 (横使い))
- ・コンクリート打設回数：3回 (50cm/回)



写真7 連結した残存型枠の骨組み

写真7は、基本ユニットを連結し設置した状況です。

写真8は、骨組みに木製残存型枠の平割材を設置し、コンクリート打設する状況です。



写真8 コンクリート打設

写真9は、水抜パイプの設置状況です。径50mmの塩ビ管を使用し、背面には板状排水材を設置します。

施工者からは、初めての工法であったが、軽量のため組立てが容易であったとの感想を頂きました。今後の課題として、コンクリート打設時に軽量フレームの移動を防止するため、基礎コンクリートの設置が有効との意見を頂きました。



写真9 水抜パイプ

(2) 十字プレートの改良

「第1号試作品」では、木製残存型枠の平割材を横使いしたことで構造物が直線的となりました。より地山に沿うように「第2号試作品」では、開発条件②の「曲線を描く」ことをテーマとしました。

「曲線を描く」には、基本ユニットを地山の曲線に合わせて配置したうえで、ユニット同士を繋ぐ必要がありました。このため、臨機応変にユニットを繋げるよう既存の十字プレートの横プレートを長くし、ねじ穴を円から楕円に改良しました（写真10、11）。

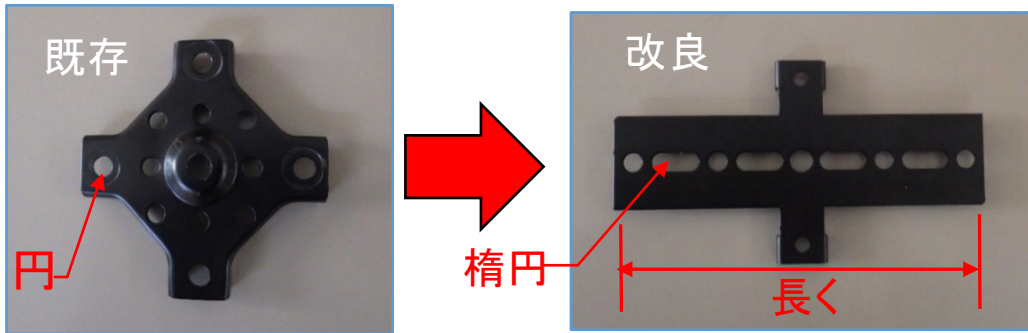


写真10 十字プレート

写真11 改良型十字プレート

(3) 曲線に対応できる骨組みの施工手順（写真12）



写真12 施工手順

内部支持材を改良した十字プレートで組み立て、C型セパレートで前面と背面を連結し、基本ユニットを作成します。基本ユニットを地山の曲線に合わせて配置し連結します。

(4) 空き地での試作品 (写真 13)

木製残存型枠の平割材を縦使いし、自由な曲線を可能としました。



写真 13 曲線型の試作品

(5) 第 2 号試作品 (令和 2 年度施工) (写真 14)

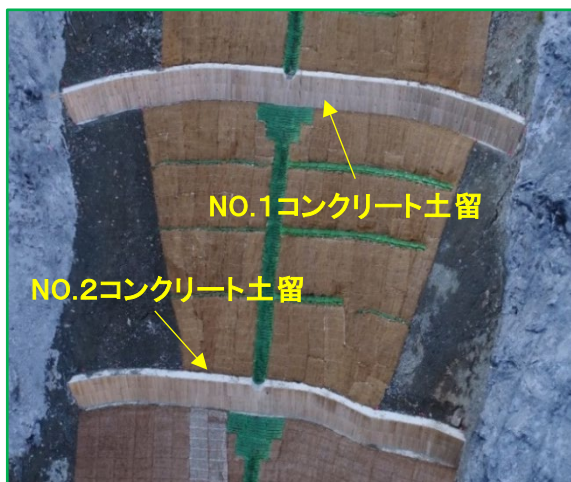


写真 14 完成写真

- No. 1 等厚コンクリート土留工
延長：23.50m 高さ：1.50m 天端幅：0.40m
- No. 2 等厚コンクリート土留工
延長：19.80m 高さ：1.50m 天端幅：0.40m
- コンクリート量：27 m³ (0.4m³/m²) 2 基
- 木製残存型枠 (平割材 (縦使い))
- コンクリート打設回数：2 回/基
(70cm/上段・80cm/下段)

改良型十字プレート



写真 15 十字プレート取付

写真 15 は、今回改良を行った十字プレートの取付箇所です。

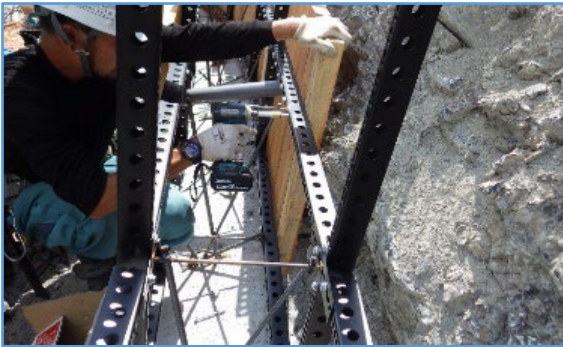


写真 16 木製残存型枠設置

写真 17 は、1 段目のコンクリート打設が終了した状況です。

第 2 号試作品では、板状排水材も縦使いしました。

写真 16 は、木製残存型枠の平割材を縦使いし、内部支持材に固定しているところです。より地山に沿った曲線が描けるようになりました。



写真 17 1 段目のコンクリート打設完了

水路部欠きこみ処理

伸縮継目



写真 18 木製残存型枠の設置状況

写真 18 は、2 段目の木製残存型枠の平割材の設置状況及び水路部分の欠きこみ処理、伸縮継目の設置状況です。

基礎コンクリートを設置し、コンクリート打設時の軽量フレームの移動防止を図ったことで、1 打設目 80cm、2 打設目 70cm の 2 回の打設となり、第 1 号試作品の 3 回打設から 1 打設減らすことができました。

(6) 施工者からの感想

施工者からは、第 1 号試作品同様、軽量のため組立てが容易であるとの感想を頂きました。今後の課題として、「(平割材)横使いに比べ曲線を描きやすく、地山に沿った施工が可能であるが、木材の加工・切断の手間が増える。」といった意見や、「(平割材)縦使い時は、板状排水材の設置が困難である。」と言った意見を頂きました(写真 19、20)。

この規模のコンクリートブロック積土留工であれば、1 基当たりの施工に約 1 ヶ月要するところ、No.1 等厚コンクリート土留工で 13 日間、No.2 は 11 日間で完了することが出来たとの報告を頂きました。



写真 19 切断状況



写真 20 板状排水材の取付

おわりに

今回、開発を試みた「等厚コンクリート擁壁」は、建設業の現状や実態を踏まえ、開発を行ったものであり、建設業界の中でも初めての試みではありますが、木材の加工手間が増える、背面への板状排水材の設置が困難など細部について未だ改良の余地がありますので、引き続き改良に取り組むこととしております。今後、全国的に同様の取り組みが広がり、普及が進むことを期待します。

- ◆協力企業:株式会社 ライズ
大協建設 株式会社
神稲建設 株式会社

(順不同)

◆引用文献

- 1) (一社)日本治山治水協会、日本林道協会:平成 30 年版森林土木木製構造物施工マニュアル (P240-241)