

積雪寒冷地における建設施工技術の効率化に関する検討

研究予算：運営費交付金

研究期間：平 20～平 22

担当チーム：寒地機械技術チーム、寒地技術推進室

研究担当者：牧野正敏、国島英樹、上野仁士、五十嵐匡、大上哲也、平伴斉、今滝茂樹、坂口勝利、斉藤勉、大山健太郎、佐藤武志、佐藤大輔、尾崎佑介、小岩佑太

【要旨】

公共事業におけるコスト縮減は、限られた予算を有効に使い社会資本整備を進めて行くうえで、重要な課題となっている。本研究は、北海道開発局で実施している「施工合理化調査」のデータを基に、実際の工事での施工実態を分析し、積雪寒冷地における建設施工技術及び施工法の効率化に関する提案を行うものである。

平成 20 年度から平成 22 年度に実施された施工合理化調査の対象 24 工種について、施工の効率化につながるデータの抽出、要因の分析、施工現場の立会調査、施工業者ヒアリングなどの検討を行い、11 工種について効率化に関する提案を行った。

キーワード：建設施工技術、コスト縮減、施工性向上、施工合理化調査

1. はじめに

公共事業におけるコスト縮減は、限られた予算を有効に使い社会資本整備を進めて行くうえで、重要な課題となっている。とりわけ国土交通省では、平成 15 年度から「公共工事のコスト縮減に関する新行動計画」を策定し、あらゆるプロセスから見直しを進めている。

現在までのコスト縮減に関する各種見直しは、そのほとんどが発注者側の視点に立った検討が中心であったが、今後は、現場で行われている創意工夫など、施工者側の取り組みを調査し、コスト縮減効果を検証した上で効率的な技術や施工方法を採用していくことも必要である。

本研究は、北海道開発局と連携し、北海道開発局で実施している「施工合理化調査」のデータを基に、工事での施工実態を分析し、積雪寒冷地における建設施工技術及び施工法の効率化に関する提案を行うものである。

2. 施工合理化調査

施工合理化調査は、北海道開発局直轄工事を対象に施工方法（施工法、機種、規格選定）、施工歩掛（単位時間当り作業量、機械経費、労務）について実態調査を行い、これをもとに施工基準、施工歩掛

の見直し、または新たに作成を行い、工事費積算の適正化、合理化に資することを目的に行われている。

3. 効率化に関する検討

北海道開発局における施工合理化調査において、平成 20 年度～平成 22 年度に実施された 24 工種について施工の効率化に関する検討を行った。

施工合理化調査の調査票データから、施工の効率化につながるデータを抽出し、要因を分析した。また、施工現場の立会調査や施工業者へのヒアリングなどから、施工の効率化につながる施工例の抽出や、施工方法の検討を行った。さらに、効率化によるコスト縮減効果を検証し、効率的な技術や施工方法として提案した。

研究の実施にあたっては、道央・道東・道南・道北の各支所と連携して、調査票データの分析、現地調査、施工業者ヒアリング等を実施し、また、北海道開発局と密接に情報交換を行い、11 工種について、施工の効率化に関する提案をすることができた（表-1）。

以下に、実施した対象工種の効率化に関する提案の検討内容（抜粋）を示す。

表-1 効率化の提案

部門	工種
河川	洪水痕跡計設置工
河川	耳芝工
河川	緩傾斜盛土法面整形工
河川	捨石工
道路	春先堆積土処理工
道路	重点交差点等小規模運搬排雪工
道路	路面ヒータ加熱工
道路	冬囲い工
道路	道路除草工
農業	高密度ポリエチレン管布設工
農業	小口径管路

置物の回避作業が多いこと、交差点の排雪はハンドル操作をしながら積み込むこと、前後進の操作が多いことなどが原因している。また、ダンプトラックは交差点付近で待機ができず、交差点の後方数10mで待機するためセッティング時間も多くなる。表-3に作業性の比較（作業苦渋）を示す。



写真-1 ロータリ除雪車での積込（巻出1）

3.1 重点交差点等小規模運搬排雪工

(1) 概要

都市部の渋滞の著しい交差点の通行をスムーズにするために、交差点等に堆積した雪山を運搬排雪する作業を対象とする。施工状況を写真-1～写真-3に、施工フローを図-1に示す。

運搬排雪は同時期に複数の場所で行う場合があるため、ロータリ除雪車の確保ができないケースが発生する。このためロータリ除雪車の積込、バックホウの積込と、それ以外の機械による積込の調査を行った。

(2) 実施概要

一般的な運搬排雪は雪堤高2m程度で行われているが、交差点等の運搬排雪は、交差点を中心に50m程度の範囲で、堆雪高が概ね1.2m程度において実施されている。本調査では一般の運搬排雪工と比較しながら分析を行った。

調査結果を表-2に示す。積込機械の排雪100m³の運転時間は、通常の運搬排雪工より多くなっている。これは交差点の歩道には設置物が多くあり、設



写真-2 バックホウでの積込（巻出2）



写真-3 ホイールローダでの積込（巻出3）

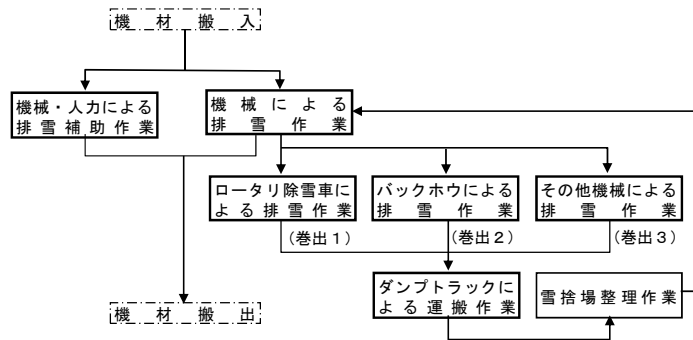


図-1 施工フロー (注) 本工程種は実線部分を対象としている。

表-2 運搬排雪工と小規模運搬排雪工(交差点)の施工性の比較(施工速度)

工種	積込機械	規格	排雪100m ³ の 運転時間率
運搬排雪工	ロータリ除雪車	一車線積込型	1.00
小規模運搬 排雪工 (交差点)	ロータリ除雪車	一車線積込型	1.08
	バックホウ(ホイール型)	0.45m ³ 山積み	6.36
	ホイールローダ	3.1~3.3m ³	2.08

表-3 運搬排雪工と小規模運搬排雪工(交差点)の作業性の比較(作業苦渋)

項目	運搬排雪工	小規模運搬排雪工(交差点)
歩道の設置物	ポールなど設置物は少ない (回避作業は少ない)	ポールなどの設置物が多い (回避作業が多い)
積込機械の進行方向	後進することは少ない	後進の切り替えが多い
積込機械の走行軌跡	直線的な走行での積込	ハンドル操作を伴った積込
積込機械運転手の 注意事項	主に前方の車両、設置物	前方と後方、及び交差する道路からの 車両、設置物
ダンプトラックの待機場所	積込機械の近傍	交差点の後方数10m

(3) 施工業者へのヒアリング

施工業者に運搬排雪工との作業性の比較をヒアリングした結果を表-4に示す。表-3で示す作業苦

渋があるため、運搬排雪工と比較して小規模運搬排雪工(交差点)は「作業性が悪い」との回答が多かった。

表-4 運搬排雪工との作業性の比較(施工業者へのヒアリング結果)

積込機械	規格	悪い	変わらない	良い
ロータリ除雪車	一車線積込型	80%	20%	
バックホウ(ホイール型)	0.45m ³ 山積み	75%		25%
ホイールローダ	3.1~3.3m ³	50%	50%	

(4) 施工の効率化に関する提案

ホイールローダ積込の排雪時間は表-2で示すとおりバックホウ積込の0.33倍(2.08/6.36)と早い。また施工費も表-5より0.64倍(1.25/1.95)と安い。

しかし、ダンプトラック側面から積込を行うため広い通行規制エリアが必要である(図-2)。

(5) まとめ

今回提案した施工方法の改良は、交差点を積込に使用するため積込エリアが限定されるが、ロータリ除雪車が不足している時の除雪方法として効率化が期待できる。

表-5 運搬排雪工と小規模運搬排雪工（交差点）の施工費率

工種	積込機械	規格	施工費率
運搬排雪工	ロータリ除雪車	一車線積込型	1.00
小規模運搬排雪工（交差点）	ロータリ除雪車	一車線積込型	1.13
	バックホウ(ホイール型)	0.45m ³ 山積み	1.95
	ホイールローダ	3.1~3.3m ³	1.25

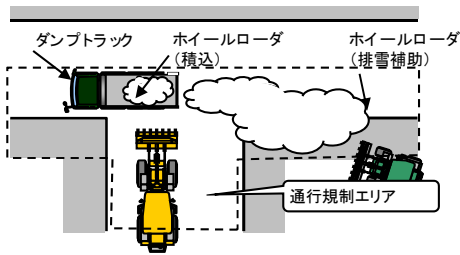


図-2 ホイールローダ積込の通行規制エリア



写真-5 施工完了

3.2 耳芝工

(1) 概要

耳芝とは法肩に植える芝のことで、雨等で法肩が洗い流されるのを防ぐために植えるもので、本工種では掘削・芝布設・埋戻しについての作業を対象とする。

施工状況を写真-4、5、施工フローを図-3、施工図を図-4に示す。

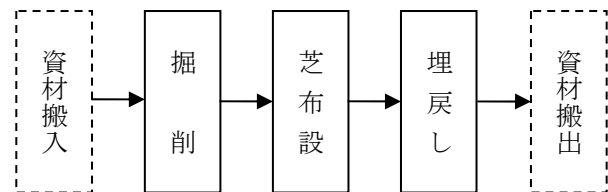


図-3 施工フロー

(注) 本工種は実線部分を対象としている。



写真-4 芝布設状況

(2) 現場調査及び施工業者ヒアリング

施工は「掘削→芝布設→埋戻し」の一連作業で行われており、施工機械はなく、スコップを使用して人力施工で行われている。

また、芝は30cmロール芝をロールのまま押切りして、15cm幅にしている。普通の天芝張りに比べ、溝の掘削や芝のカット等、3~4倍の労力が必要となっている。

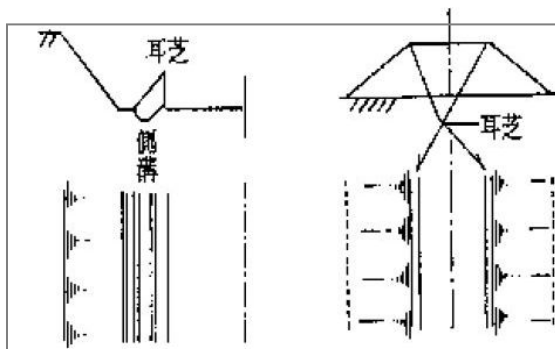


図-4 施工図¹⁾

※耳芝工は張芝に準じて1列に植え込むものとする。植付面は幾分内側に傾斜させて整地し、芝の幅10cmの部分は覆土し、かつ、芝の外側根部を表さないように施工しなければならない。芝の大きさは長さ30cm、幅15cm、厚さ3cm程度とし、ロール芝の場合は長さ90cm以上を標準とし、芝串は1m当り4本程度打込み固定する。

(3) 施工の効率化に関する提案

91%の工事にて300mm幅の生芝をカットして使用していた。150mm幅の芝を使用すると仮定し、総労務から芝切断作業を除いて試算すると約10%の労務コスト縮減が図られ、それに伴い工期の短縮にも繋がる。

芝切断作業ありの場合と芝切断作業なしの場合についてkm 当たりの施工費を比較すると、4.7%の施工費縮減になる。

幅150mm のロール芝について流通状況を調査した結果、ごく少数の芝業者では扱っていることがわかった。注文があれば300mm の芝を切断して納入しているが、芝を切断したり、巻いたり縛ったりする作業が倍になる分、値段も割高になるとのことであった。芝単価が高くなることを考えても、施工業者が芝切断をする労務と比べると、割安になることが見込まれる。

3.3 冬囲い工

(1) 概要

本工種は冬期における積雪・冠雪から樹木を保護するために行うもので、道路及び道路施設の植樹管理のうち、竹類及び丸太等により施工するものを対象とする。

施工状況を写真-6 及び 7、施工フローを図-5、標準施工図を図-6 に示す。



写真-6 縄巻きによる冬囲い設置状況



写真-7 竹による冬囲い撤去状況

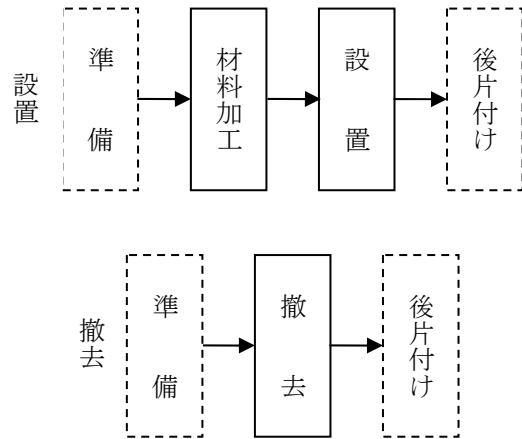


図-5 施工フロー 設置(上)、撤去(下)
(注) 本工種は実線部分を対象としている。

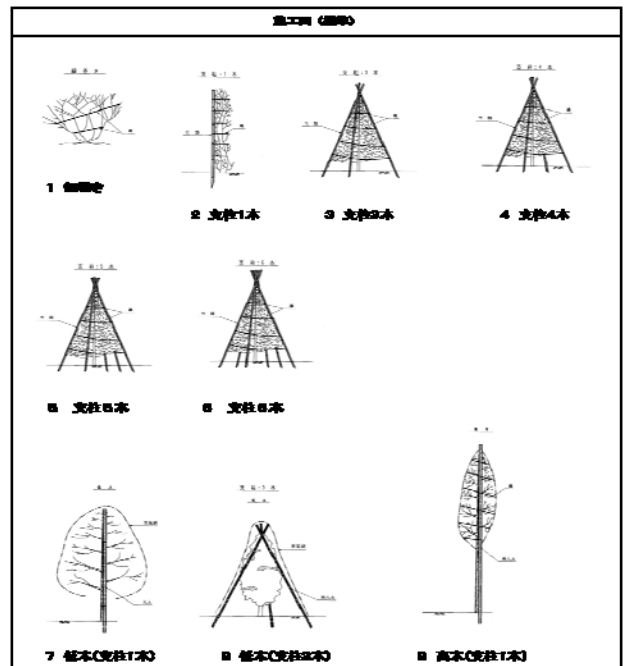


図-6 冬囲い工標準施工図²⁾

(1は縄巻き、2~6は竹類支柱、7~9は丸太類支柱を表す。)

(2) 現場調査及び施工業者ヒアリング(設置)

調査を実施した現場では、工事は何箇所かの工区に分かれていたが、全て低木 1m以下の縄巻きでの施工であった。本工区の冬囲い施工本数は約 7,000本を予定していた。また、機械除雪の影響と思われる、樹木の曲がりやが当該工区の全域に渡って生じており施工しづらい状況であった(写真-8)。低木1本ずつでは雪圧に弱いため、2~3本をまとめて縄巻

きすれば作業が効率的になり、かつ、樹木が積雪に対して強くなるものと考えられる。



写真-8 樹木の曲がり状況
(車両の進行方向に樹木が傾いている)

(3) 現場調査及び施工業者ヒアリング (撤去)

調査を実施した現場では、冬囲い撤去本数は約800本程度であった。冬囲い材料の損傷は全体の3割程度で、主に除雪作業や雪による損傷である。縄巻きに使用したわら縄は毎年捨てる。

現場条件については、風が強い日が多いことから、資材等の飛散防止のため仮置きが困難であり、支柱等資材撤去が終了する都度、運搬機械へ積み込む手順で作業していた(写真-9)。作業としては、2m以上の木を施工する場合の脚立を必要とした作業であり、安全上作業員を増やして対応している(写真-10)。

(4) 考察

本工種は人力施工が主体であり、作業の機械化による施工速度・施工効率の向上は困難であると考えられる。植樹されている箇所は路側や駐車帯など除雪作業や堆雪の影響を受ける箇所がほとんどであり、雪の影響により冬囲い資材(支柱や防風材)の損傷が増加することでコストが増加するものと考えられる。主に支柱として使用されている晒竹は、約2~4年程度の寿命であり、割れやすい。また、概ね4~5人での人数編成による施工が多い。



写真-9 運搬機械への積み込み



写真-10 脚立の使用による撤去作業

(5) 施工の効率化に関する提案

冬囲い工の施工は概ね4~5人の編成人員により作業するが、支柱打ち込み作業は1人ではできないため、対象樹木毎に施工していくケースが多かった。支柱打ち込み作業と防風材・縄巻き作業を分業化することで、同一作業を連続的に施工できれば施工性が向上し、日当り施工量の増加に結びつくものと考えられる。

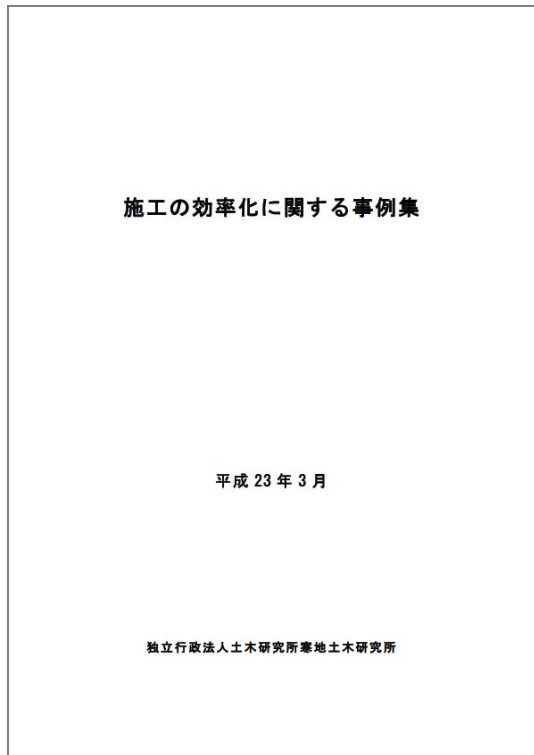
竹類6本支柱施工労務を10本当り100として比較すると、分業施工では10本当り70(施工総労務で比較)となり、30%の低減となる。

但し、支柱本数が少ない場合は非効率の場合もあるので、竹類及び丸太による施工のうち支柱本数の多い箇所に適用可能である。また、連続的に植樹されている箇所において有効と考えられる。

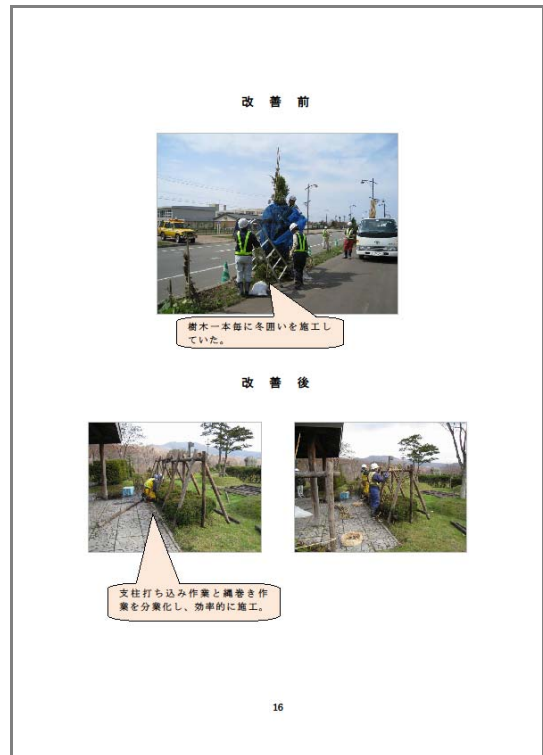
4. 事例集の作成

効率化の提案ができた11工種について、事例集としてとりまとめた。事例集の内容は、採用工種、改善目標(施工効率の向上、コスト縮減等)、従来工法の問題点、工夫・改善点、適用条件、採用に当たっての留意点と、改善前後の施工写真・図等を示し、また、施工による具体的な効果を従来工法との数値比較で示した。

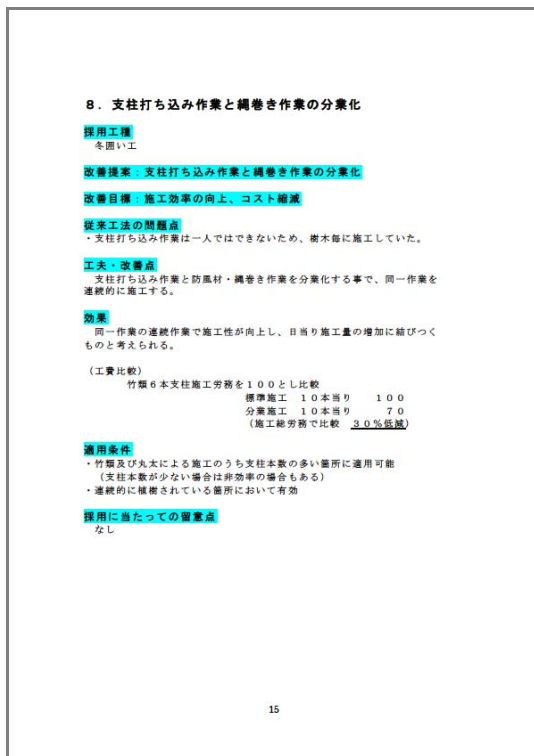
事例集の一部を図-7~9に示す。



図一7 表紙



図一9 提案内容 (2/2)



図一8 提案内容 (1/2)

5. まとめ

本研究では、道央・道東・道南・道北の各支所と連携して、対象とした24工種のうち約半数の11工種で施工の効率化に繋がる技術や施工工法を見出すことができ、事例集としてとりまとめた。

これらの技術や施工方法の提案が工事の施工において参考とされ、コスト削減に資することが望まれる。

参考文献

- 1) 北海道開発局：平成22年度版 道路・河川工事仕様書
- 2) 北海道開発局：平成22年度 北海道開発局 道路設計要領 第6集 標準設計図集