

泥炭性軟弱地盤上の林帯盛土の施工 ～一般国道40号天塩防災の事例報告～

留萌開発建設部 羽幌道路事務所 工務課 ○守田 稷人
道路施工保全官 清野 昌貴
羽幌道路事務所 工務課 本田 蒼一郎

一般国道40号天塩防災事業は、地吹雪対策のため防雪林帯を造成しているところである。当該地は地下水位が高いため、樹木の根腐れ防止を目的とした盛土を実施している。また、原地盤が泥炭性軟弱地盤であることから、載荷重工法を採用し適切な盛土管理を行いながら施工を実施している。本稿は、実際の施工状況の報告を行う。

キーワード：泥炭性軟弱地盤、林帯盛土、載荷重工法

1. はじめに

一般国道40号天塩防災事業は、天塩町から幌延町を結ぶ路線にある天塩大橋を架替整備することにより耐震性能を確保するとともに、地吹雪による視程障害の低減を図り、道路の安全・安心な通行の確保を目的とした延長13.0kmの防災対策事業である(図-1)。平成20年度に事業化し、平成21年度に用地補償着手、平成22年度に工事着手している。

天塩大橋の架替等を含む3工区(L=1.6km)については令和2年10月に供用し、有効幅員W=6.0mと狭小だった旧

天塩大橋を、中央分離帯と歩道を追加した総幅員W=12.5mの新天塩大橋に架け替えることで、耐震性能の向上、事故リスクの低下及び物流の効率化などに寄与している。

4工区(L=1.8km)については令和5年9月に供用し、旧国鉄羽幌線の防雪林の活用により、視程障害や通行止めのリスクが低減し、道路交通の安全性や幌富バイパスへのアクセス性向上に寄与している。

現在は1工区、2工区の整備と3工区に関連する旧天塩大橋撤去等を進めている。

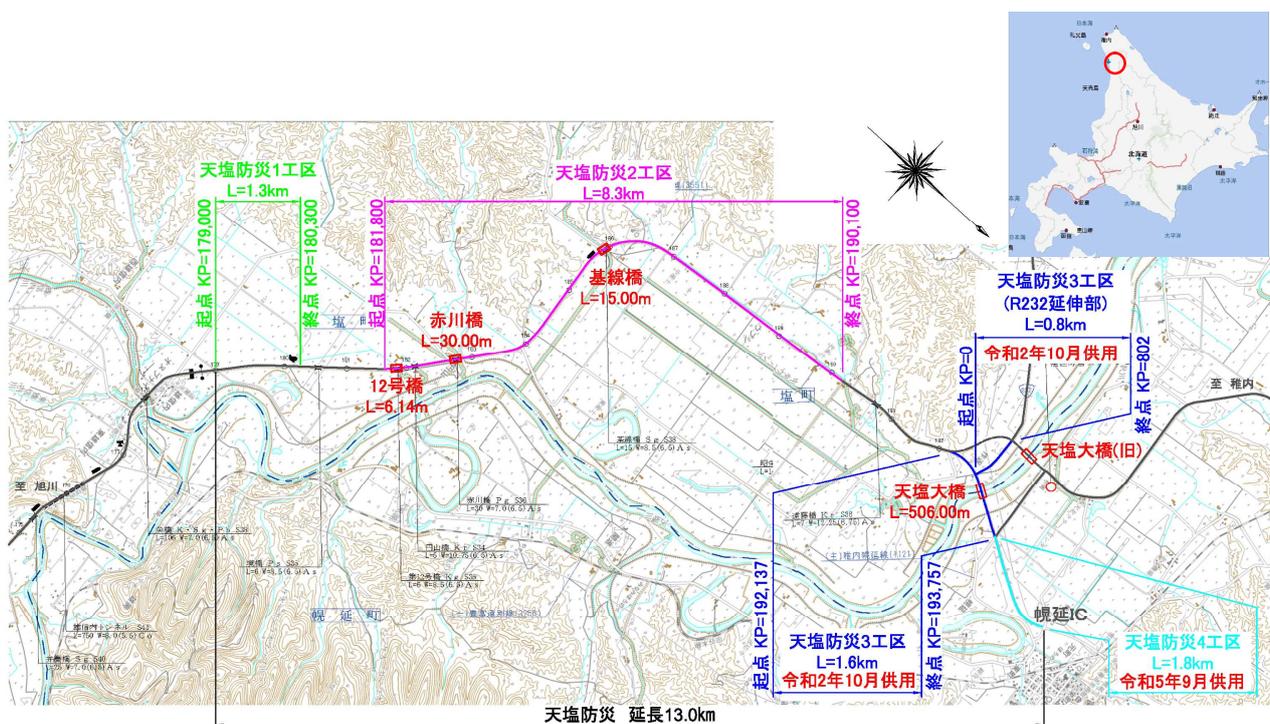


図-1 天塩防災事業概要図

2. 2工区の工事内容

2工区の工事内容は、道路の拡幅、防雪林帯盛土の整備、拡幅に伴う橋梁（12号橋、赤川橋、基線橋）の架替が主である。防雪林帯の標準幅員はW=23.0m（管理用道路W=4.0mを含む）とし、道路の両側に設置することとしている（図-2）。

3. 軟弱地盤の概要

当該地域周辺は酪農業が盛んで牧草地が広がっている。原地盤は、泥炭性軟弱地盤であり、泥炭層、泥炭混じりシルト層、粘土層が主である。主要な地点における地盤の主な諸元は、表-1の通りである。地下水位は、GL=0.00mと地表面にあり、原地盤に植樹を行うと根が水に浸った状態となる。このことから、根腐れ防止対策として植樹位置を高く設定することとしている。この対策として、盛土により原地盤の嵩上げを行うわけだが、前述のとおり泥炭性軟弱地盤地帯であり、原地盤の含水

比は40%台から600%台となっている。表-1は代表地点であるが、局所的に含水比1000%の箇所も存在する。盛土を行うにも沈下や側方流動を考慮しなければならない。

路体盛土拡幅部や林帯盛土部は、地質調査と軟弱地盤解析を行い、載荷重工法を採用し施工を進めている。

2工区の工事延長は8.3kmと長く、泥炭の厚さは様々で、載荷盛土の放置期間は0日から933日までと幅広く、施工スピードも無対策（通常施工）から3cm/day（10日で1層）までと幅広い。

4. 軟弱地盤対策

通常の載荷盛土の施工は、残留沈下解析を行い、規定された盛土速度にて盛土し、所定の残留沈下量を確認してから余盛の除去を行うことが一般的である。しかし、2工区は図-1に示す様に3箇所の橋梁架替箇所があり、架替橋梁への添架物も考慮した施工範囲・施工年次の条件がある中、ほぼ全区間に渡って林帯盛土を整備していくため、優先順位を設定し施工を進めている。

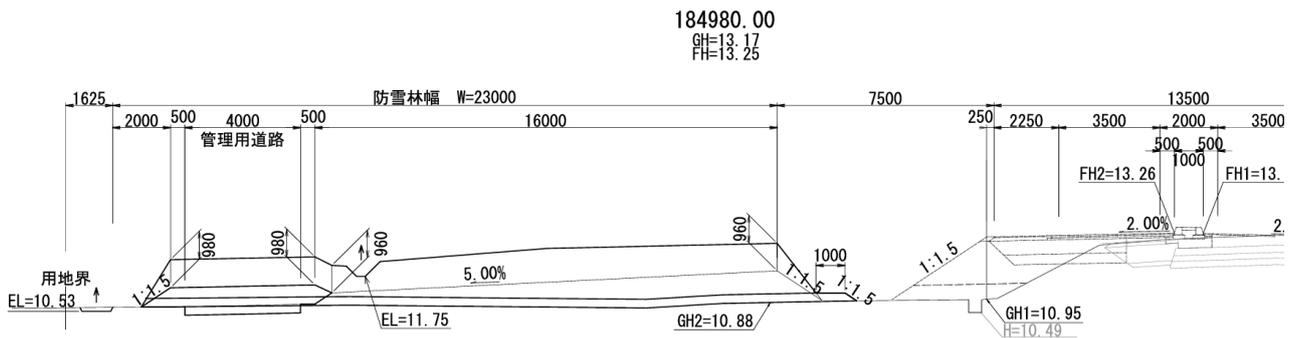


図-2 載荷盛土横断面図の例

表-1 天塩防災2工区の代表地質諸元

【Case-L4】管理用道路・林帯盛土：代表土層断面 H27DP-10

解析区間	解析対象物	地下水位 ※5 GL-(m)	土層名	土層記号	深度 Z (m)	層厚 (m)	設計コーン貫入抵抗値 q_c (MN/m ²)	平均自然含水比 w_n (%)	単位体積重量 γ_1 (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	せん断抵抗角※4 ϕ (°)	強度増加率※3 m	沈下対象層	泥炭性軟弱地盤対策※7%簡易式 $w_n \geq 200\%$	設計 $e \sim \log p$ 曲線	設計 $\log v \sim \log p$ 曲線
Case-L4	管理用道路 林帯盛土	GL=0.00m	第1泥炭層	Ap1	3.50	3.50	0.15	634	10.1 ^{※1}	7.5 ^{※2}	-	0.35	○	○	-	-
			泥炭混じりシルト層	Acp	4.10	0.60	0.17	83	14.9 ^{※1}	10.6 ^{※2}	-	0.2	○	-	$w=80 \sim 90\%$	$w=50 \sim 100\%$
			第1粘性土層	Ac1	4.35	0.25	0.21	46	17.4 ^{※1}	10.0 ^{※2}	-	0.2	○	-	$w=40 \sim 50\%$	$w=40 \sim 70\%$
			第1砂質土層	As1	5.40	1.05	-	-	17.0 ^{※4}	-	25	-	-	-	-	-
			第2粘性土層(上位)	Ac2u	14.20	8.80	0.38	46	17.4 ^{※1}	20.0 ^{※2}	-	0.2	○	-	$w=40 \sim 50\%$	$w=30 \sim 50\%$

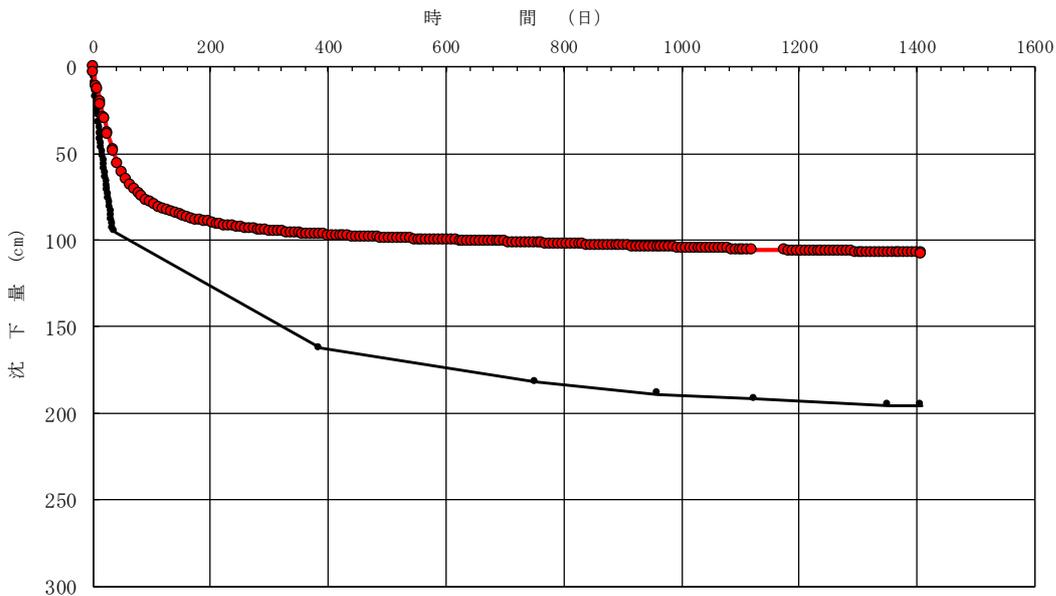
5. 载荷盛土の収束状況

図-3は、2工区の载荷盛土区間 (KP=184,980) において、载荷開始から1408日経過した林帯盛土区間の解析値 (赤丸) と実測値 (黒丸) である。実測沈下量は解析沈下量である107.7cmのほぼ2倍の195.3cmとなっており収束する様子も見えていない。なお、盛土厚は190cmで、盛土した分、沈下したこととなる。この区間では、解析モデルの再設定、追加対策の検討を行い、厚さ200cmの追加盛土を行っている。このように、当該载荷盛土区間では、想定と大きく異なる沈下状況を示す断面も中には存在す

る。

6. 現場での取り組み

当現場では、松尾・川村の方法と栗原・高橋の方法を併用して载荷盛土の安定管理を行っている (図-4)。盛土施工中は毎日の計測を行い、要注意ゾーン・危険ゾーンに近づくことなく安定を保っているかの確認を行っている。また、施工期間短縮に寄与するため、盛土の安定を保ちつつ、3cm/day (10日で1層) から5cm/day (6日で1層) へ盛土施工スピードを速めている区間もある。



凡例	case	S_{1408} (cm)	Sf(cm)
黒丸	実測値	195.3	218.6
赤丸	CaseL4設計モデル	107.7	112.5

図-3 KP=184,980 の沈下図

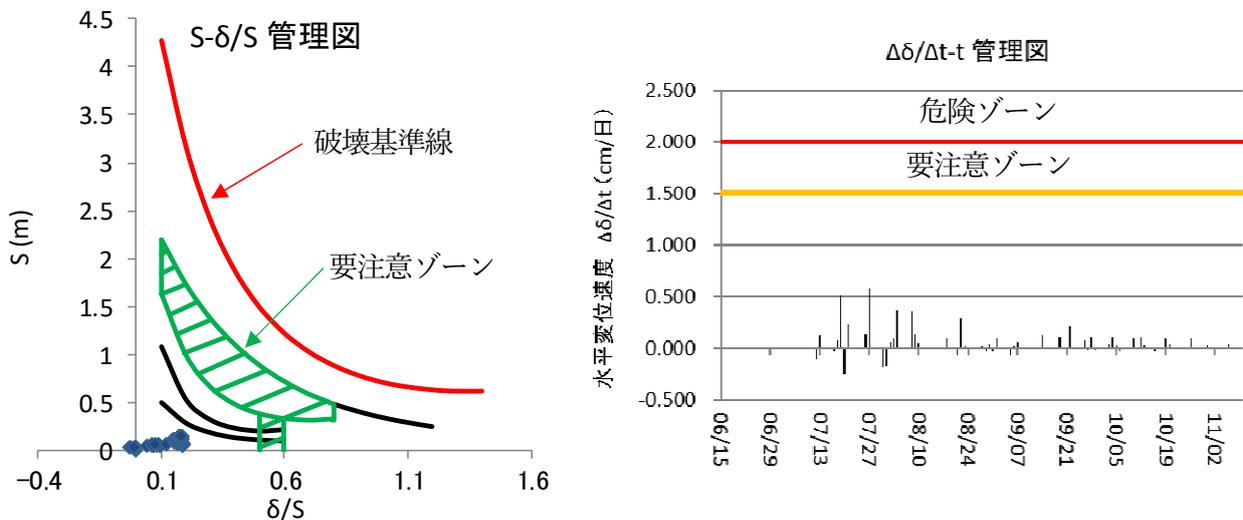


図-4 KP=183,700 の安定管理図 (左: 松尾・川村の方法、右: 栗原・高橋の方法)

7. 防雪林帯の生育状況（参考）

令和2年に供用した3工区では、供用に合わせて平成30年から令和2年にかけて植樹を行っている。2工区でも令和元年に先行して載荷盛土・植樹を行っている区間があり（図-5）、令和4年度に樹木の生育度合いの調査を実施した。

植樹を行った5区間での生育状況は、表-2に示すとおりである。移植木とは、一般国道40号の幌延地区の防雪林からの間伐材として移植した樹高2.5～4.0mの樹木で、幼木とは、樹高1.0mの購入木である。区間で見ると、3については枯死率が高い。移植木と購入した幼木で比較すると、おおむね移植木の枯死率が低いことが分かる。今後は、枯死原因の究明と適切な植樹の維持管理を進めたい。

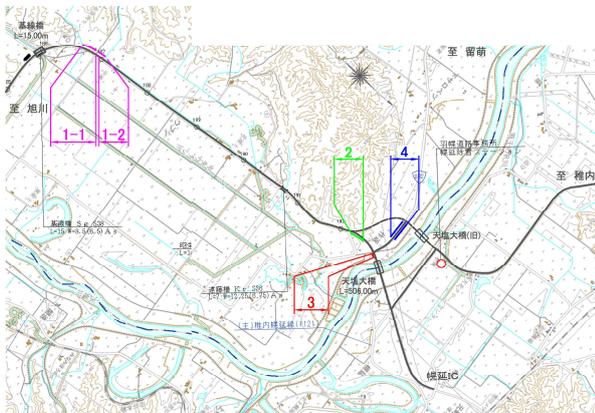


図-5 植樹箇所図

区間名	アカエゾマツ							
	移植木				幼木			
	生存木		枯死木		生存木		枯死木	
	本	割合	本	割合	本	割合	本	割合
1-1	57	98%	1	2%	301	57%	227	43%
1-2	39	95%	2	5%	187	58%	138	42%
2	50	66%	26	34%	369	76%	116	24%
3	0	0%	20	100%	43	27%	117	73%
4	9	50%	9	50%	405	68%	191	32%
合計	155	73%	58	27%	1305	62%	789	38%

表-2 植樹（移植木・幼木）の生育状況

8. 旧天塩大橋の撤去状況（参考）

令和4年度工事で、旧天塩大橋の下部工の一部を撤去した。既設橋の設計図より、橋台・橋脚が杭基礎であり、杭には木杭が使用されていることが事前に確認できていたが、引抜きされた木杭は、昭和32年9月の竣工で65年間、土中に埋まった状況であり空気に触れていなかったとは言え、全く朽ちておらず健全な状態であった（写真-1）。また、竣工時の資料にあった、架設に使用したアンカレイジも確認された（写真-2）。

現在、旧天塩大橋はゲルバー一部の撤去を終え、中央径間のランガー一部を残すのみとなっている。



写真-1 65年ぶりに露出した木杭



写真-2 ランガー一部架設に使用した右岸側アンカレイジ