

冬期土工による盛土の土質工学的特性

土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○佐藤 厚子 正会員 西本 聡
 北見工業大学 名誉教授 正会員 鈴木 輝之
 北海道工業大学 正会員 川端伸一郎

1. はじめに

河川工事では渇水期である冬期に築堤工事を行うことが一般的であり、一方、道路工事においても災害復旧や作業工程上、やむを得ず冬期でも土工作業を行うことがある。北海道のような積雪寒冷地では、冬期に施工された盛土が、春先の融解期に沈下やのり面崩壊を生ずる場合があり¹⁾、冬期土工技術の確立が求められている。冬期土工に関する指針として、冬期土工設計施工要領²⁾が発刊されている。この要領にしたがえば、冬期間でも夏期施工と同等な品質の盛土を施工できるとしている。しかし、その後の調査・検討³⁾を通して、適用が困難な場合もあることがわかってきた。本報告では、冬期土工技術を確立するために、冬期間に実物大の試験盛土を施工し、地盤工学的特性を確認した。

2. 施工および調査方法

平成23年度から、寒地土木研究所苫小牧施工試験フィールドにおいて、実物大冬期試験盛土施工を実施している⁴⁾。平成23年度の試験では、盛土施工中に中断期間があると、盛土内に凍土層が残留し、凍結深さは大きくなること、また盛土が凍上することにより、融解後の密度が低下することなどがわかった¹⁾。この結果をふまえて、平成24年度は施工過程および材料の違いが盛土の品質に与える影響を調査した。

表-1に示す材料により、天端幅4m、高さ1.8m、こう配1:1.5、長さ5~7mの盛土を8種類施工した。粒度分布による分類⁵⁾では、盛土材1は凍上性の土砂であり、盛土材2は非凍上性の

表-1 盛土材料の基本物性値

盛土材		1	2
土粒子密度 $\rho_s(\text{g/cm}^3)$		2.546	2.745
自然含水比 $w_n(\%)$		67.91	9.23
粒度特性	2mm以上(%)	23.8	74.0
	75 μm ~2mm(%)	50.2	23.9
	75 μm 以下(%)	26.0	2.1
コンシステンシー限界		N.P.	N.P.
地盤材料の分類記号		SFG	GS
最大乾燥密度 $\rho_{dmax}(\text{g/cm}^3)$		0.989	2.064
最適含水比 $w_{opt}(\%)$		53.2	8.8
コーン指数 $q_u(\text{kN/m}^2)$		508.6	2111.1

表-2 施工条件

盛土No.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
施工日(2月)	5		12~15,18,20					8
1日の施工層数	6	6	1	1	1	1	1	6
盛土材	1	1	1	1	1	1	2	2
断熱材*	無		有					
凍土部分削除	無				有		無	
削除後転圧	—				無		有	

*断熱材：熱伝導率 $0.033 \times 10^{-6}(\text{W/m} \cdot \text{K})$ 、厚さ5cmのXPS

砂利である。表-2に施工条件を示す。盛土①、②、⑦では1日で6層を、盛土③~⑥、⑧では1日1層ずつ6日間で盛土を完成させた。①~⑥は盛土材1で、⑦、⑧は盛土材2で施工した。②、③は施工後直ちに盛土を断熱材で覆った。⑤、⑥以外では施工前に既設の盛土の表面が凍結していてもそのまま次の層の盛土を施工した。冬期施工による盛土の品質向上のために、施工途中に生じた盛土表面の凍結土を削除する方法を検討したが、効果が明瞭には見られなかった。そこで、⑤では凍土部分を削除しただけで、⑥では凍土削除後の表面を転圧してから次の層を施工し、各盛土について、密度、含水比、コーン指数を測定し、違いを比較してみた。なお、各層の仕上がり高さは30、60、90、120、150、180cmとなるように施工した。

盛土施工時に砂置換法により盛土の密度を1断面あたり3点測定した。各盛土について、盛土中心部にメチレンブルー凍結深度計を設置し1週間ごとに凍結深さを測定した。また、盛土の高さは測量により求めた。

キーワード 冬期土工、密度、含水比、凍結深さ

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目 土木研究所 寒地土木研究所 寒地地盤チーム TEL 011-841-1709

3. 調査結果

3. 1 盛土の凍結深さ

各盛土の凍結深さを図-1に示す。断熱材を貼り付けた盛土以外は、時間の経過とともに凍結深さは大きくなっている。含水比の低い砂利で施工した盛土の凍結深さは大きい。これは潜熱発生量の少ないことによる。凍土部を削除した盛土は凍結深さが小さい。また、断熱材を貼り付けた盛土は表面のみの凍結で、時間が経過しても凍結深さは大きくなならない。同じ条件で、1日の施工高さ(層数)を変えた①と④、⑦と⑧を比較すると1日の施工高さの小さい④、⑧が施工高さの大きい①、⑦よりも凍結深さが大きい。

3. 2 盛土の変位量

時間の経過とともに盛土の変位量を図-2に示す。④～⑥の土砂盛土を除いて時間の経過とともに盛土は沈下する傾向にある。断熱材を貼り付けた盛土では、盛土施工後のり面下部から水がしみ出たことを確認した。他の凍結した盛土ではこの現象は見られなかった。凍結しない盛土では、自重により盛土内部の水分が排水されたものと考えられる。現時点では、施工方法と盛土の沈下・隆起の関係は明確ではないので、今後、盛土が融解することによる変状を追跡調査したい。

3. 3 凍土の削除が盛土の品質に与える影響

凍土の削除が盛土の品質に与える影響を見るために、施工直後と翌日の乾燥密度、含水比の関係を求めた(図-3)。凍土削除だけでは、施工直後より乾燥密度が低くなっているが、凍土削除後転圧すると乾燥密度は高くなる傾向にあった。また、凍土削除部の含水比が低下したが、これは、凍土により盛土表面に水分移動が生じ、その部分を削除したことによると考えられる。さらに、施工直後と凍土削除後に転圧した箇所のコーン指数を測定したところ、950kN/m²から1750kN/m²となり、含水比の低下により施工性の向上が見られた。

4. まとめ

実物大冬期試験盛土により、断熱材による凍結・凍上抑制効果が確認できた。また、凍土削除後の転圧により冬期盛土の品質向上が期待できる。

参考文献

- 1) 地盤工学会北海道支部地盤の凍上対策に関する研究委員会編：寒冷地地盤工学—凍上被害とその対策—、p.231、2009.12.
- 2) 通年施工推進協議会：冬期土工設計施工要領、1999.4.
- 3) 佐藤厚子、西本 聡：冬期土工の留意点、寒地土木研究所月報、No.682、2009.12.
- 4) 佐藤厚子、西本 聡、鈴木輝之：冬期施工による盛土の性状、第53回地盤工学会北海道支部年次技術報告会、2013.2.
- 5) ISSMFE TC-8: Grain size distribution as a frost susceptibility criterion of soil, VTT Symposium, Vol.1, pp.29-32, 1989.

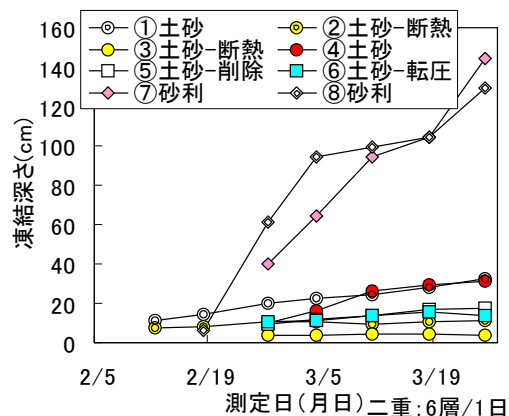


図-1 盛土の凍結深さ

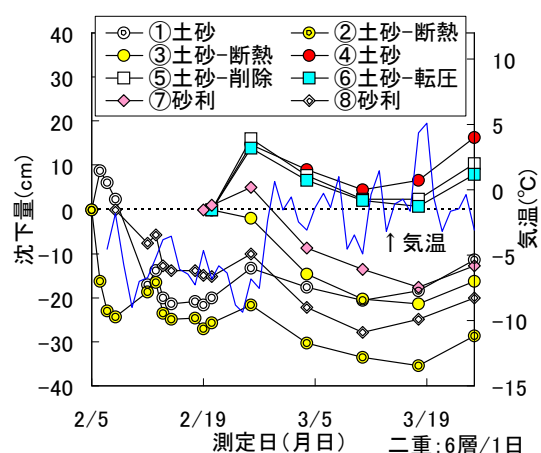
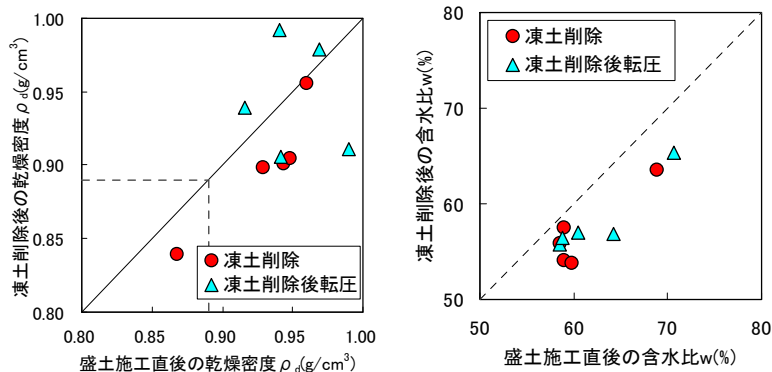


図-2 盛土の沈下量



a. 乾燥密度

b. 含水比

図-3 凍結土の削除が盛土に与える影響