

冬期に施工した盛土の性状について

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

1. はじめに

積雪寒冷地では、冬期に施工される盛土において、春先の融解期に沈下やのり面の崩壊が発生する場合があります¹⁾。その原因の一つとして、作業工程の都合上やむを得ず盛土途中に寒気の中施工を中断した場合などが考えられる。そこで、実際の施工を想定して、冬期間に試験盛土を行い、できあがった盛土の性状を確認することとした。本報告は厳冬期の12月中旬から4月上旬までのデータを収集し、まとめたものである。

2. 施工および調査方法

寒地土木研究所苫小牧施工試験フィールドにおいて、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6種類施工した。粒度分布による分類²⁾では非凍上性の材料であり、自然含水比が最適含水比よりも若干高いもののコーン指数は高く締固めしやすい材料である。

盛土は6種類施工した。表-2に施工条件を示す。①と②は冬期土工では最も施工例の多い12月中旬に、③④⑤⑥は北海道の厳冬期である1月中旬に施工した。①と③は1日で盛土完成断面までの6層を施工し、②と⑤は1日1層ずつ施工し6日間で盛土を完成させた。④と⑥は1日2層ずつ施工し3日間で盛土を完成させた。これにより、①と③は盛土天端のみ、②と⑤は天端と盛土施工中5回、④は天端と盛土施工中2回冷気にさらされる。②④⑤は施工前の朝の時点で盛土が凍結していてもそのまま次の層の盛土を施工した。⑥は盛土施工前に凍結した部分を削除してから次の層を施工した。1層の仕上がり厚さは30cmである。

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、盛土中心部に温度センサーを設置し1時間ごとに自動計測により盛土内の温度を測定した。また、2月上旬と3月上旬に盛土のN値を測定した。

3. 試験結果

3.1 施工時の盛土の密度と含水比

施工時の盛土の乾燥密度と含水比を図-1に示す。施工時の含水比は最適含水比に近く、転圧後の密度は測定した全ての箇所で締固め度90%以上であった。夜間の気温に応じて盛土施工翌日には表面に4~5cmの霜柱や7~9cm程度の凍結が見られたので、⑥では凍結した部分をはぎ取り、その下の未凍結部分の含水比を測定した。図-1中に赤く示すが、凍結した箇所の下の方の未凍結部分では、3~5%含水比が低く、凍上により土中の水分が情報に移動したことがわかる。

表-1 盛土材料の基本物性値

土粒子密度 $\rho_s(t/m^3)$		2.626
自然含水比 $w_n(\%)$		40.47
粒度特性	2mm 以上($\%$)	7.8
	75 $\mu m \sim$ 2mm($\%$)	74.6
	75 μm 以下($\%$)	17.6
コンシステンシー限界		N.P.
地盤材料の分類記号		S-FG
最大乾燥密度 $\rho_{dmax}(t/m^3)$		1.270
最適含水比 $w_{opt}(\%)$		35.0
コーン指数 $q_u(kN/m^2)$		1403

表-2 施工条件

盛土No.	①	②	③	④	⑤	⑥
施工時期	12月中		1月中			
1日の施工層数	6	1	6	2	1	2
凍結部分の削除	無					有

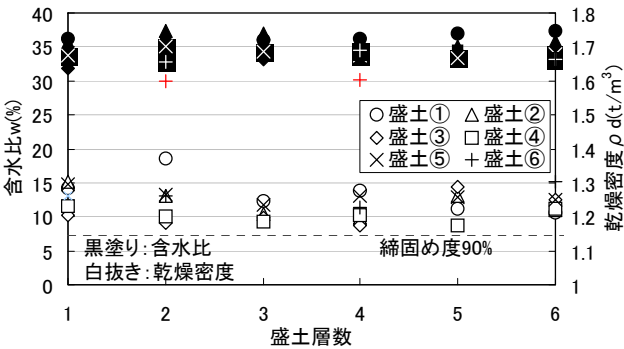


図-1 施工時の盛土の密度と含水比

キーワード 冬期土工、密度、含水比

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

3.2 盛土のN値

盛土のN値を図-2に示す。80cm以上深い箇所はN値は5～10程度であり、盛土のN値は小さい。しかし、凍結している盛土表面のN値は大きい。特に、12月に施した①②について、2/3調査のN値は非常に大きい。また、6日施工の②は1日施工の①よりもN値は大きい。これは、②は、施工中に盛土の各層で冷気にさらされるため盛土全体の温度が低くなったためと思われる。2/3の日平均気温は-13℃、2/29の日平均気温は-1℃であり、気温が低かった2/3の測定の方が、N値は大きかった。1月施工の③④⑤⑥の盛土では③④のN値がほぼ等しく、⑤⑥はこれよりも小さくなった。

3.3 盛土の凍結状態

盛土の温度分布からマイナスの温度となる領域を推定し図-3に示す。1日で6層施工した①③は、盛土表面からの凍結であり、施工後の時間の経過とともに凍結深さは大きくなっている。②の6日施工では、1、2、3層目は平均気温が-3℃程度での施工であった。施工翌日には盛土表面に霜柱ができていたが、盛土施工中に、霜柱が融解したと思われ、盛土内に凍結箇所がない。しかし、4、5、6層目は平均気温が-5～-10℃での施工であり、既施工部の凍結箇所が融解しなかったと思われ、盛土内に凍結箇所が見られた。

④⑤⑥の施工時は、日平均気温が-13℃程度であり、盛土の施工前には既施工部表面に7～9cm程度の凍結が見られた。そのまま盛土を続けても融解しなかったことから、④⑤は盛土内に層状に凍結箇所が残ったものと考えられる。施工日数が長いほど凍結する層の数が多い傾向にある。⑥は凍結箇所を削除して盛土を施工しており、この場合はマイナス温度でも凍結していない可能性もある。また、④⑤⑥内に見られた層状の凍結部分は4月上旬の時点でもほぼそのまゝの状態盛土内に残留している。これらの凍結が盛土の品質に与える影響について引き続き調査する予定でいる。

4. まとめ

これまでの検討結果より次のことがわかった。

①通常仕上がり30cmの施工でも盛土が凍上し盛土内で水分移動が発生する。②凍結した盛土の強度は大きい但未凍結部分の強度は小さい。③盛土の施工方法により、盛土内に層状の凍結が残留し、施工日数が長いほど層の数が多い。

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) ISSMFE TC-8: Grain size distribution as a frost susceptibility criterion of soil, VTT Symposium, Vol.1, pp.29-32, 1989

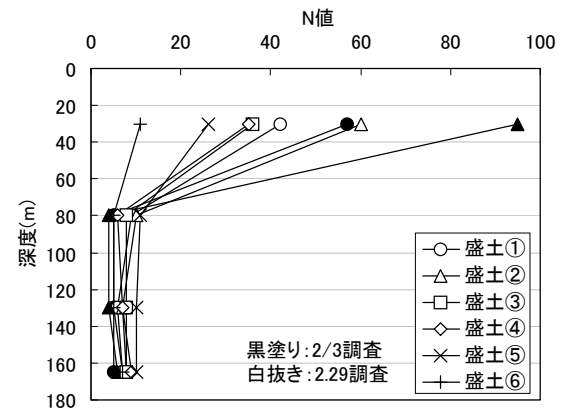


図-2 盛土のN値

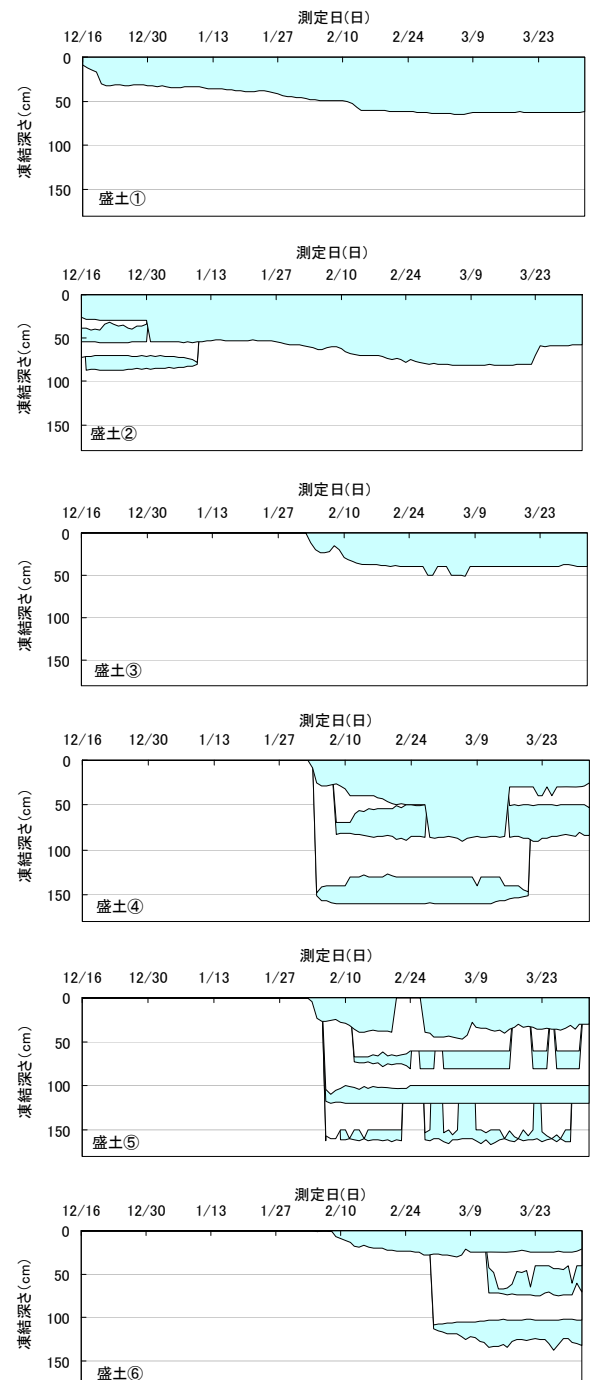


図-3 盛土の凍結状態