

Ⅲ - 363

北海道のような寒冷地における大規模冬期盛土工事例

清水建設（株）	正会員	北海道支店土木部	○ 森田恵弘
〃	正会員	技術研究所	赤川 敏
〃	正会員	技術研究所	西尾伸也
〃		北海道支店土木部	山本 猛
〃		北海道支店土木部	山内義一

1 概要

一般に、北海道のような寒冷地での冬期盛土工事は、土の凍結・凍上に起因する品質上の問題、および作業効率の低下から、実施されていない。しかし、冬期を挟んで実施されるような大規模造成工事での大型重機の回送費の低減、土の凍結によるトラフィカビリティーの向上、寒冷地の建設業の平準化など、冬期盛土が可能になった場合の建設業に対するメリットは大きいと思われる。当工事では、特に沈下に関して厳しい品質を要求される自動車用テストコースの総土工量860万 m^3 の大規模重機土工事で、高さ60m、土量450万 m^3 の盛土の一部として150万 m^3 の冬期盛土工事を実施した。冬期盛土工事の実施に際しては、凍結に伴う沈下の増加量などの事前検討を行い、冬期盛土終了時に凍結領域の確認を行ったので、それについて報告する。

2 事前検討

冬期盛土を行うことによる品質上の問題は、①凍結・融解による盛土材の強度低下、②盛土の凍結および融解による沈下の遅延および残留沈下量の増大、であると予想した。表1に土質定数一覧表、表2に盛土施工中の気象データ、表3に凍上試験結果を示す。

盛土材の強度低下については、凍結融解後のCBR試験を実施し、表3に示すように、95%修正CBRが約19%以上であることを確認した。

沈下の遅延に関しては、盛土施工速度を変えた3ケースのモデルについて、潜熱を考慮した熱伝導解析¹⁾を実施した。その結果、図1に示すように、盛土材温度5℃、外気温-5℃の条件では、次層を施工する時点では表面約15cmが凍結しているものの次層の施工により凍結部分が融解すると想定された。

表2 施工中気象データ

日最低気温<0℃	11/6~5/3
日最高気温<0℃	12/6~3/2
凍結期間	11/22~3/27
凍結指数	486.9℃day
最低気温	-22.3℃
最深積雪	49cm

沈下の増加量に関しては、凍上試験を実施した¹⁾。表3によれば、凍上率は1.5%程度であり、冬期施工高さが20mの場合、冬期盛土施工による沈下量の増分(ΔS)は、凍上率(ξ)、冬期盛土施工高(ΔH)から

$$\Delta S = \Delta H \times (\xi / 100)$$

となり、冬期施工部分全体が凍結した場合でも、最大で30cm程度と予想された。この値は融解に伴う沈下が、盛土完成以前に収束していれば対応可能な量であると判断した。

表1 土質定数一覧表

	自 然 土 粒 子 の 均 等 係 数 最 大 適 最 大 乾 密 度	含 水 比 (%)	土 粒 子 の 密 度 (t/m ³)	均 等 係 数	最 大 適 最 大 乾 密 度
土質A	15.8-48.4 30.4	2.28-2.39 2.33	2.3-10.0 6.1	19.1-51.9 31.3	0.809-1.064 0.914
土質B	10.0-38.1 20.5	2.56-2.73 2.64	2.5-24.0 8.6	6.5-30.1 18.2	1.219-1.761 1.524

表3 凍上試験結果一覧表

		土 質 A		土 質 B	
		砂質土(S-F) モルティ ²⁾ 三軸 ³⁾	0.68	細粒土混り砂(S-F) モルティ ²⁾ 三軸 ³⁾	0.26
飽 和 状 態	凍上率(%)	0.30~0.27	0.29	0.49~0.50	0.50
	凍結様式	0.26~1.40	0.52	1.1~1.5	1.22
最 適 含 水 比 状 態	凍上率(%)	17.8%	78.4%	16.0%	87.0%
	融解後CBR	---	---	---	---
	凍結融解後	27.7%	---	18.9%	---
	95%修正CBR	---	---	---	---

3 試験盛土

試験盛土は平成4年12月から平成5年3月に約10万

m³、冬期盛土施工高5mの盛土を行った。施工速度は1層14日である。地中温度計により、5月末に凍結領域が消散し、コア式沈下計により、夏期盛土の圧縮率（1～2.3%）に対し3.0%と、僅かに大きいことを確認した。また、これらの結果は凍上試験、熱伝導解析の結果とほぼ一致している。以上の結果から当該盛土における冬期盛土の本施工は可能と判断した。

4 冬期盛土の本施工

冬期盛土の本施工は、平成5年12月から平成6年3月の間に、高さ60mの盛土の38～54mの150万m³について実施した。本施工での留意点と施工結果について以下に列挙する。

- ① 施工速度の選定に際しては、冬期施工完了時に凍結領域を残さないことを目標とし、図1とほぼ同じ1層2～3日の施工速度で盛土を行った。
- ② 施工上の留意点などは、通年施工化技術指針²⁾に基づき、特に雪の混入について留意した。
- ③ 冬期盛土での法面は仮設とし、法面勾配1:2.5で施工した。これは冬期間に法面緑化が行えないため、融雪時に法面が浸食される懸念があったためである。
- ④ 既に施工された盛土の凍結の融解を促進するために、新たに施工する次層の盛土材を融解熱源として積極的に活用した。盛土材は事前に掘削、仮置を行わず、切土直後の盛土材を使用した。
- ⑤ 冬期盛土施工部分には深さ方向に2m間隔で地中温度計を設置した。その結果、盛土内の凍結領域が消散されることは確認できたが¹⁾、凍結期間中の凍結領域の詳細な分布は、把握することができなかった。これは、1層30cmの盛土厚さに比べて温度計測の間隔が広すぎたためと、潜熱の影響により凍結領域、未凍結領域ともに、0℃付近であり、温度による凍結領域の判定が困難であったためである。
- ⑥ 盛土内の凍結領域を把握するために各種の地盤探査を実施した。その結果、クロスホール法による弾性波探査において、凍結領域が図2に示すように予想され、この領域が同時点の温度計測により得られた凍結領域と比較的良く一致している。この凍結領域は年末年始休暇の長期に渡る施工休止によるものと考えられ、休止期間（11日）から凍結厚さ50cm程度と予測され、同探査方法により推定された厚さと、ほぼ一致していた。これらのことから、同探査方法は凍結領域の判定に有効であると思われる。
- ⑦ 冬期施工部分の圧縮率は、上載高さ20m時点で施工高の2.3%であり、同じ土質で施工した夏期施工の1.5～2.5%と大きな違いはなかった。冬期盛土施工上最も発生しやすい品質上の問題と考えられる沈下量の増大については、施工速度（凍結期間）を管理することにより、冬期盛土でも夏期盛土と変わりなく施工することが可能であった。

4 おわりに

当地は積雪量が北海道の他の地域に比べ少ないこともあって、作業効率は夏期施工と変わらなかった。また、冬期施工では、夏期に比べ仮設道路の補修頻度が格段に少なくなった。今後も冬期盛土を行う機会があれば積極的に検討し、実施したいと考えている。

5 参考文献

- 1) 森田恵弘他：北海道のような寒冷地における冬期大規模重機土工事、第30回土質工学研究発表会、1995
- 2) 通年施工化技術研究協会：通年施工化技術指針、1992

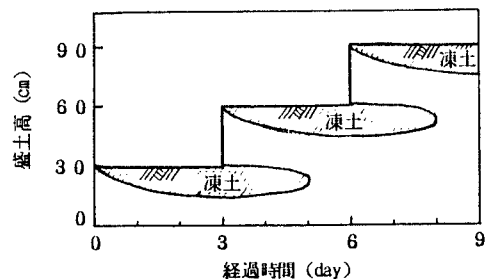


図1 熱伝導解析結果

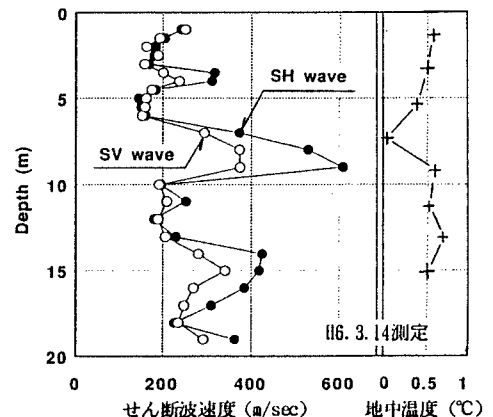


図2 せん断波速度、地中温度計測定結果