



土の凍結と地盤工学

14. 講座を終えるにあたって

鈴木 輝之 (すずき てるゆき)

北見工業大学教授 工学部土木開発工学科

平成15年4月号から本号まで、12回にわたる講座を掲載してきた。「土の凍結」、すなわち「土中の水分が低温下で凍結する現象」が、これ程多くの工学的課題をもたらしていることに今更ながら驚かされる。土の温度が低下すると土中水は相変化して氷になって土粒子間を結合するため、土はその強度を著しく増加させる。これが土の「凍結」である。また土が凍結するとき温度、水分、土質の条件が揃うと移動してきた水分がアイスレンズを形成することが主因となって、土の体積が膨張する場合がある。これが土の「凍上」である。すなわち土の凍上は凍結によって引き起こされる現象の一つであり、「凍結」と「凍上」は別の現象を意味する。2章では地盤の凍結過程と、凍上現象の基礎理論が詳細に述べられており、上記の内容はこの章を通して理解を深めていただけたと思う。

土が「凍結」して強度が著しく増加する現象は、地盤工学的には有利な方向に働く場合が多い。3章では凍土の強さを利用する観点で、力学特性に関わるミクロな要素からマクロな強度特性、さらには構造体としての力学的な挙動に至るまでが述べられている。9章では地盤凍結工法の基本的な考え方と、いくつかの施工事例が述べられている。土が凍結すると強度の増加だけでなく、止水性能も格段に向上する。これらの凍土の性質を利用するのが地盤凍結工法である。一般に地下水位の高い場所での掘削工事が多くなる日本では、凍結工法で造成された凍土壁は土留め壁としてだけでなく、止水壁としても期待するケースが多い。

次に土の「凍上」に目を向けると、この現象は地盤工学的には不利な方向に働く場合が多く、一般的にはその対策が必要になってくるケースがほとんどである。地盤工学会で規定する土質試験の中には凍上試験が無かったが、平成15年5月には凍上試験法の基準が設定された。4章では現行の凍上試験法の課題・問題点を明らかにし、その上で地盤工学会において新しく基準化される予定の凍上試験法の内容と意義について述べている。この凍上試験法基準は「凍上量予測のための土の凍上試験法」と「凍上性判定のための土の凍上試験」の二つで構成されている。

前者は主として人工的な地盤凍上問題（9章、10章）

で適用され、後者は主として自然地盤での凍上問題（5章～8章）に適用される。「人工凍上」も「自然凍上」も基礎理論は同じである。しかし、自然地盤の凍上発生に影響する因子はきわめて複雑多岐にわたり、現在のところ定量的な凍上量予測が不可能であるため、やむなく利用目的に応じて試験基準を分けている。

自然凍上問題の中でも土木構造物（5章）や建築物（6章）の凍上被害対策に関する研究の歴史は古く、本誌上でも何度か取り上げられて来ているが、この分野でも最近の研究の進展は顕著であり、その結果は本講座の中でも現れている。

一方、寒さの利用（7章）と遺跡保存（8章）は比較的最近の話題と言える。地盤の凍結・凍上現象を積極的に利用しようとする研究は、ヒートパイプを利用した低温貯蔵庫から始まり、冬期土工における利用、さらには汚泥の凍結脱水や汚染土壌の修復への利用にまで広がっている。遺跡・文化財の保護は、考古学や保存科学の分野だけでなく、地盤工学の分野への関わりも増えている。ここで述べられている凍結融解による遺跡等の劣化機構は、寒冷地の岩盤表面の劣化機構とも共通するものがあり、今後の研究の進展が期待される分野である。

本講座では、日本では存在しない課題や研究段階の話題（10章～13章）も取り上げている。この中で「永久凍土のエンジニアリング」は現実の課題であり、「永久凍土地帯のガスハイドレート」は工学的には研究段階、さらに「惑星の永久凍土」はまさに凍土研究のロマンと言える。土の凍結に関連した話題を幅広く取り上げた本講座を通して、最近の研究の発展と広がりを読みとっていただければ幸いである。

最後に貴重な原稿を早々と揃えていただいた執筆者の方々、ならびに本講座を担当いただいた講座委員の各位に深く感謝申し上げます。

本講座の担当委員：

東 健一（リーダー）、青柳隆之、佐藤亜樹男、
兵藤英明、村本勝己、米澤豊司

講 座

表—14.1 講座「土の凍結と地盤工学」掲載一覧表

回数	章 タ イ ト ル	執筆者（敬称略）	掲載号・ページ
1	1. 講座を始めるにあたって	鈴木 輝之（北見工業大学）	平成15年 4月号，57～62
	2. 土の凍結と凍上現象	石崎 武志（舩文化財研究所 東京文化財研究所） 赤川 敏（北海道大学）	
2	3. 凍土の力学的特性	生頼 孝博（㈱精研） 上田 保司（㈱精研）	5月号，51～56
3	4. 凍上試験法	小野 丘（北海学園大学） 山本 英夫（㈱精研） 伊豆田久雄（㈱精研）	6月号，47～52
4	5. 土木構造物の自然凍上問題と対策 —道路，土留め構造物—	神谷 光彦（北海道工業大学） 西川 純一（舩北海道開発土木研究所） 横田 聖哉（日本道路公団） 豊田 邦男（日本道路公団）	7月号，47～52
5	6. 建築物の凍上問題と対策	月館 司（北海道立北方建築総合研究所）	8月号，55～60
6	7. 寒さ利用による地盤凍結	土谷富士夫（帯広畜産大学） 伊藤 譲（摂南大学） 了戒 公利（東洋技術㈱）	9月号，39～45
7	8. 遺跡・歴史的建造物の凍結劣化と対策	武田 一夫（帯広畜産大学） 石崎 武志（舩文化財研究所 東京文化財研究所）	10月号，47～52
8	9. 地盤凍結工法	伊豆田久雄（㈱精研） 譽田 孝宏（財地域地盤環境研究所）	11月号，63～68
9	10. LNG 地下タンク周辺地盤の凍結制御	後藤 貞雄（東京ガス㈱） 田中 益弘（㈱ピーエス三菱）	12月号，86～91
10	11. 永久凍土エンジニアリング	赤川 敏（北海道大学）	平成16年 1月号，35～40
11	12. 永久凍土地帯のガスハイドレート	兵動 正幸（山口大学） E.M. Chuvilin（モスクワ大学） 海老沼孝郎（舩産業技術総合研究所） 内田 努（舩産業技術総合研究所）	2月号，53～58
12	13. 惑星の永久凍土	末吉 哲雄（スイス連邦工科大学） 溝口 勝（東京大学）	3月号，63～70
	14. 講座を終えるにあたって	鈴木 輝之（北見工業大学）	