

III-11 凍上に関する現場調査

新潟大学工学部 正員 ○青山 清道
 新潟大学工学部 正員 小川 正二
 三井建設(株) 正員 田村 富雄

1. まえがき

寒冷地や高所の山岳道路においては、冬期の過酷な気象によってひきおこされる地盤の凍結、凍上、春期の融解時に生ずる地盤の支持力低下が問題となつてゐる。長野県蓑科高原において既設の道路の一部で凍上作用による舗装の亀裂、隆起、マンホールの持ちあがりなどが発生した。

著者は土の凍上機構を明らかにするために、凍上がおきてゐる地盤を掘削し、路床、路盤の凍結の状態を観察、調査するとともに、試料を採取して物理試験、力学試験を行った。さらに、実験室内においても凍上試験機をつつて現場の状態を再現し、土層の深さ方向の凍上量の変化、含水比分布、温度変化、土の熱伝導率などを測定した。

ここでは、現場で測定した含水比分布、コーン貫入試験などについて、その一部を述べるとともに、室内模型実験との比較、さらに土の熱伝導率などについて若干の考察を行つたので報告する。

2. 調査概要及び考察

調査した地質は、標高1,100m前後で、冬期の最低気温が -20°C にも達し、積雪は比較的少ない。この附近は起伏のはげしい地形で、地質は上層部は有機質土で覆われ、その下部はシルト質ロームである。

それぞれの土の物理的性質はTable-1のようである。両地層の境界線は地表面より40~95cmにあり、その位置は場所によりかなり異なつてゐる。

Fig-1のように凍上による被害が生じた地質を掘りおこして、凍結深度、鉛直含水比分布を測定した。さらに凍結線より下の土について静的コーン貫入試験により地耐力を求めた。これらの結果をまとめたものがFig-2である。路床土は15cmほど凍結しており、凍結部では氷晶の発達

Table - 1 試料の物理的性質

種類	G_s	$W_L\%$	$I_p\%$	D_{10}^{mm}	D_{30}^{mm}	D_{60}^{mm}	有機物含有量
上層部 有機質土	2.46	142	59	0.007	0.011	0.016	20%
下層部 シルト質ローム	2.68	118	46	0.0056	0.011	0.014	-

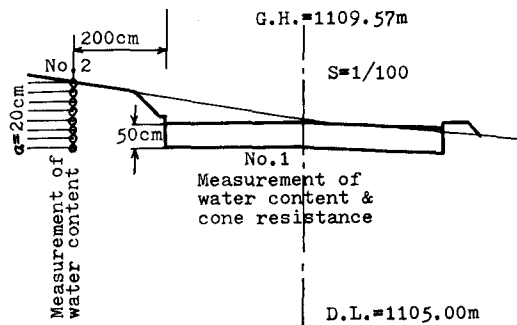


Fig. - 1 調査地点の横断面図

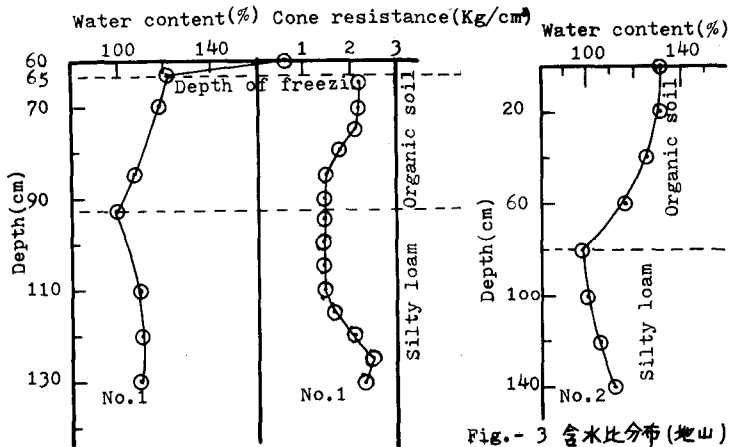


Fig. - 2 路床土の含水比、コーン地耐力

Fig. - 3 含水比分布(地山)

が観察され、この部分の含水比は極端に高くなっている。また、含水比曲線が93cmあたりに変曲点が見られるが、この付近では有機質土からシルト質ロームへと地層が変わっている。これは、地山の鉛直含水比分布を求めたFig. 3にも類似の結果が顕われている。

粘性土のせん断強度と密接な関係があるコーン地耐力は凍結線の直下でかなり大きな値を示している。これは、凍結部では下から吸い上げられた水が氷として析出して氷晶が出来るために凍結部より下の土は圧密されて沈下するためと考えられる。

この実測データに詳しく調べるため、凍上試験機をつかって実験的に凍上を再現させて求めた含水比、コーン地耐力の一例を示すとFig. 4のようになり、現場調査と同じような傾向が見られる。ただ、試料として乱したシルト質ロームを使用したため、地耐力は現場での値よりも著しく小さいが、これはこの土の鋭敏比($S_r = 10 \sim 20$)が大きいことによるものである。

凍上による被害は局部的にしか生じていないかった。施工区画が同じであるにもかかわらず、ある特定の場所のみ凍上が生じたのは、土質、地下水位、排水条件、日照条件などの相違の他に土の熱伝導率の違いが考えられる。

3. 土の熱伝導率

凍上や凍結害と密接な関係がある重要因子として凍結指数の他に土の熱伝導率があり、これは土の種類、乾燥密度、飽和度などによって大きく変化する。シルト質ロームは含水比一定のもとで締め固めた供試体の乾燥密度と、Hot Wire法²⁾で求めた熱伝導率との関係はFig. 5のようになる。これより、含水比が同じ場合、乾燥密度が大きいほど熱伝導率が大きいことがわかる。

また、乾燥密度一定のもとでの飽和度と熱伝導率との関係も求めたものがFig. 6であり、飽和度が高くなるにつれて熱伝導率が大きくなり、両者の間には相関性が認められる。

このように、土の熱伝導率は土粒子の種類²⁾、含水比、空気量などによって異なり、簡単な理論式では解析しにくいものである。

5. おわりに

以上、凍上に関する現場調査で得られた含水比分布、コーン地耐力について若干の結果を報告するとともに、室内模型実験との相関性についてとも言及した。また、凍上と密接な関係がある土の熱伝導率が乾燥密度や飽和度の程度によって変り、それらの間に相関性があることが判った。なお、力学試験の結果については別の機会に発表する。

参考文献

- 1) 小川, 青山, 田村, “粘性土の凍上機構についての実験的研究” 第4回土木学会年次学術講演会講演概要集 (1975年)
- 2) 田村, 木村, 伊藤, “Hot Wire法による土の物理的性質の判定法の開発” 第9回土木学会年次学術講演会講演概要集 (1974年)

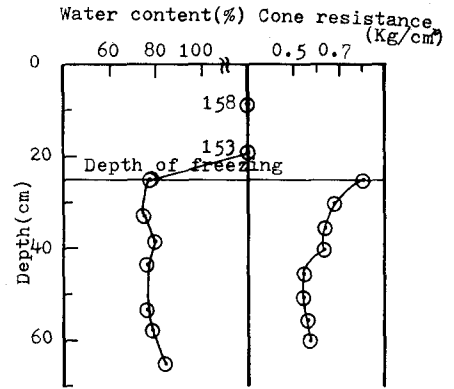


Fig. 4 模型実験での含水比、コーン地耐力

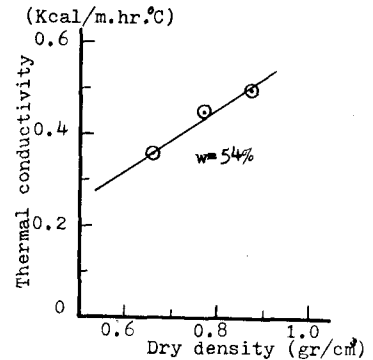


Fig. 5 熱伝導率と乾燥密度との関係

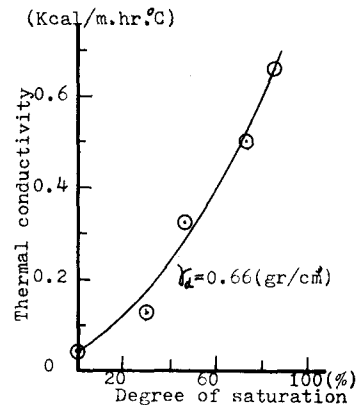


Fig. 6 熱伝導率と飽和度との関係