



Title	凍土の硬度測定
Author(s)	木下, 誠一
Citation	低温科学. 物理篇, 24, 315-317
Issue Date	1966-03-22
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/18054
Type	bulletin (article)
File Information	24_p315-317.pdf



[Instructions for use](#)

凍土の硬度測定*

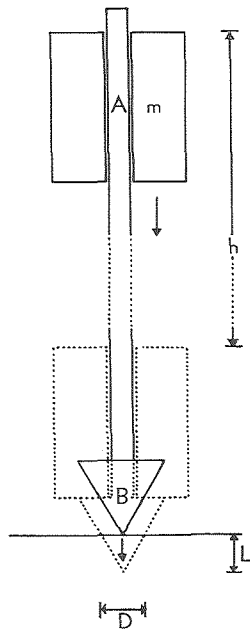
木下 誠一

(低温科学研究所 凍上学部門)

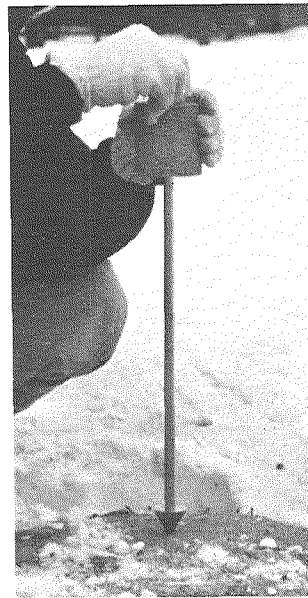
(昭和40年10月受理)

凍った土は非常に硬い。そのため、冬期の土木工事には非常な困難を伴う。筆者は、凍った土の硬さの度合を、現場で簡単に測定できる測器を考案したので、ここに紹介する。さきに試作した積雪の硬度計¹⁾と同じ原理のものである。

第1図にその略図を示す。Aは直径1.2 cm、長さ50 cmの細長い真鍮の棒で、下端に頂角60°、高さ4 cmの円錐Bがついている。これを測定しようとする凍った土の上になてる。そのとき重さ3 kgの、中心に穴のあいた真鍮円筒mを、棒Aに通し、手で摺んである高さで支える。もう一方の手で、棒Aの先端を摺んで、棒が鉛直になるように保つ。第2図の写真にその状態を示す。錘りmを放すと、錘りは円錐Bの上の底面にぶつかる。その衝撃で、棒A、円錐B、錘りmが一緒になって、凍った土の中にめりこむ。これらを上げた後で、土の表



第1図 測定器の略図



第2図

* 北海道大学低温科学研究所業績 第761号

面にできた穴の直径 D cm を測る。硬度 H kg/cm² は次の式で与えられる。

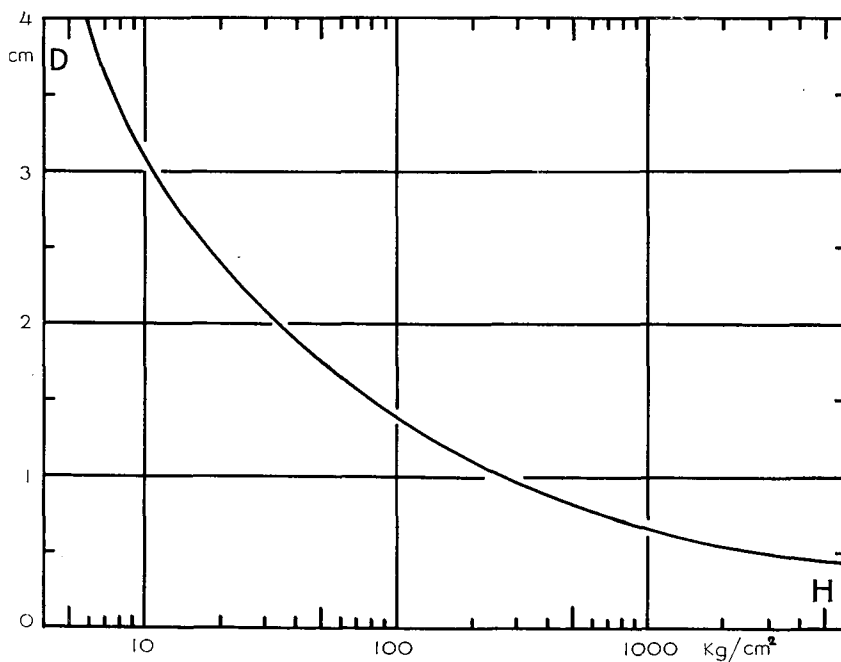
$$H = \frac{6}{\pi D^2} \left\{ m \left(\frac{2}{\sqrt{3}} \frac{h}{D} + 1 \right) + M \right\} \quad (1)$$

ここで、 m は錘りの目方、 h は錘りの始めの高さ、 M は棒 A と円錐 B の合計の目方である。

この硬度 H は、土を衝撃で圧縮するとき、測定器に及ぼされる平均圧縮力の意味をもつ。いま、測定器 (棒 A, 円錐 B, 錘り m) が土の中にめりこむ過程で、土の表面から下方 z を考える。そのとき円錐 B と土との接触面 (面積 S) に働く力は鉛直方向である。この力を接触面の単位面積について f とすると、測定器には全体として鉛直方向に fS だけの力が作用する。深さ L だけめりこんで止まったとすると、それまでに $\int_0^L fS dz$ だけの仕事をするようになる。この仕事は、一方で重力がこの衝撃においてなす仕事、すなわち、位置のエネルギーの減少量 $m(h+L) + ML$ に等しい。従って

$$\int_0^L fS dz = m(h+L) + ML$$

硬度の値として土から測定器に及ぼされる平均圧縮力 H をとって、 $H = \int_0^L fS dz / \int_0^L S dz$ 、 $S = \frac{2\pi}{3} z^2$ 、 $L = \frac{\sqrt{3}}{2} D$ を考慮すると、(1) 式が得られる。単位面積当りの圧縮力で硬度を表すのは、硬度を単に相対的な目安としてではなく、量的なものとして表すためである。



第3図 硬度 H と土の表面にできた穴の直径 D cm との関係

硬った土は非常に硬い。この測定器で、錘りの目方として $m=3$ kg, 落す高さとして $h=40$ cm を用いると適当である。又, M は 0.67 kg であるから, これらを考慮すると, 結局 H kg/cm² として

$$H = \frac{1.9}{D^2} \left\{ \frac{138}{D} + 3.7 \right\} \quad (2)$$

が得られる。 H と D との関係をあらかじめグラフにしておくと, 穴の直径 D cm を測るだけで, 直ちに硬度の値 H kg/cm² をよみとることが出来る。第3図のグラフがそれである。

実際に, 上の関係を使って, 北見地方の粘土について測定した例を次に示す。

凍った土の表面	50~100 kg/cm ²
凍った土の内部	60~100
凍結線から下の乾いた土	10~ 25
凍らないときの湿った土	4.5

土は凍ると, 十数倍も硬くなる。又, 凍らない土は, 乾いた方が湿った場合よりも硬い。

又, この硬度計で, オホーツク沿岸紋別港内の海氷の硬度を測定したところ, 硬度 H として 11 kg/cm² が得られた。この値は, 実際に海氷の圧縮強度にほぼ等しい²⁾。

文 献

- 1) 木下誠一 1960 積雪の硬度 I. 低温科学, 物理篇, **19**, 119-134.
- 2) 大浦浩文・木下誠一 1956 凍土・海氷・池氷の曲げ強度及び圧縮強度の測定について. 低温科学, 物理篇, **15**, 137-148.