

基線測量用鋼卷尺の溫度測定に就て

會員 加賀美 一二三^{(1)*}

井上守司・佐内亨康・金子⁽²⁾

敏夫・坂本昇造・平田光彦

要旨

基線測量に於ける溫度測定に電位差計式溫度計を使用し棒狀寒暖計使用の二・三の場合と比較吟味した報告である。

1. 緒言

基線測量は其の測量の精度により精密なものはインバール、技術三角測量では鋼卷尺が用ひられ、前者は檢定時と同條件として兩支點滑車による 10 kg 重錘法であるが、後者は正規張力法が普通であり共に其の精度に應じて溫度測定が重要事となる。卷尺の檢定は溫度變化を防ぐ事に可能なる限りの注意を拂つて居るが、實測は何分大氣中であり夜間は作業容易でなく、降雨、疾風の場合には出來ず曇天、無風、日出、日没の好條件は理想とされて居るが相當の精度遞減が伴ふ。擴大鏡法は誤差三大原因中特に卷尺の目盛線の形狀、卷尺溫度と測溫計溫度との關係即ち自然現象による溫度誤差原因の混入などにより精度制限を受ける。

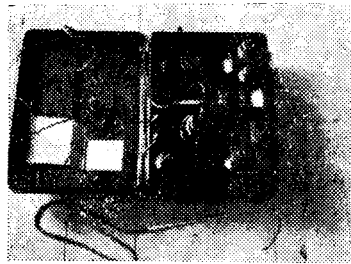
茲に實測に當つて測溫計溫度と卷尺溫度（熱電對の溫度を卷尺溫度と見做す）との間に如何なる關係が存在するかに就て實驗せし結果を紹介しようとするものであるが、今までこの種文獻（測地學委員會報告、昭和 16 年 12 月、陸地測量部）は測量常識の他は餘り見受けられない。本文は専ら鋼卷尺に就て測定したもので、今後晝間測定として輻射熱の因子を含めての關係を求めようと準備しつつあるので他日續報とする考へである。

2. 現在までの溫度測定法と測溫計の選定並に調整

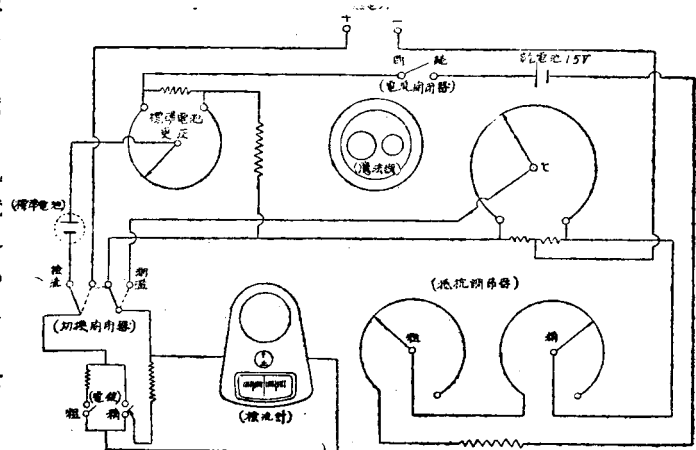
基線溫度測定は棒狀寒暖計に依存して大氣中懸吊、卷尺接觸感、天幕中吊下げなどで使用し、主、檢兩基線は一般に異なる日時

に測定されるから其の誤差の影響も又相當の値として現はれることは當然である。即ち物體の膨脹による測溫計としては水銀（精密なものはベックマン寒暖計或は二重管式寒暖計）及酒精寒暖計であるが、低精度には後者が讀取容易なる上に低沸點の關係から好ましいものである。電氣的測溫計としては電氣抵抗及熱電流溫度計であるが、後者は熱容量が小さく、接觸點に於*

寫眞—1. 電位差計溫度計



圖—1. 電差計溫度計の接續結線圖



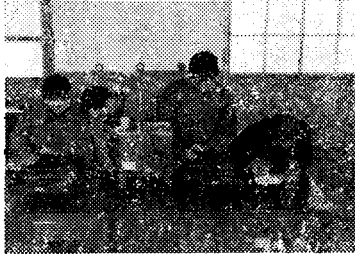
T3型 結線圖

*ける熱傳導が良好で接觸及挿入誤差を伴はない。従つて本測定に於ては電位差計式溫度計を使用することにした。

* (1) 宇部工業専門學校教授
(2) 宇部工業専門學校土木科學生

電位差計温度計の外観は 写真一1、
接触関係は 圖一1 の如くである。

電位差計温度計の使用法は容易であるから説明を略し、器械調整であるが 写真二 の様に氷塊中の 0°C と恒温
写真二. 電位差計式温度計の調整



精 50°C 中に熱接点をとり其の間の差を更正値とした。
棒状寒暖計は大氣中、鋼卷尺接觸及天幕中の三場合を測定したが、之に使用した 3 本の寒暖計も電位差計式温度計と同条件にて更正した。

3. 測定とその結果

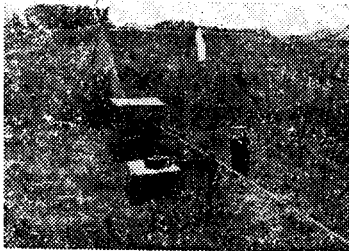
實測は 写真三 の如く基線測量時と同条件にて行つた。測定値に影響を與へるものは主として風速、湿度及日中の輻射熱之が夜間には地熱作用として働くものと考へられる。個々の原因のみの影響でなく自然現象下の測定とし略一晝夜を通じての結果を求めることにした。氣壓も測定したが殆んど影響しない事を認めたら測定因子に加へる必要はない。

實測は本邦の如きでは四季を通じて測定すると各季節の特異性が強く現はれるものと考へられるが、茲には 1948 年 5 月中 2 回、6 月中 2 回の測定で實測結果の一つの傾向が判断出來ると考へられる。

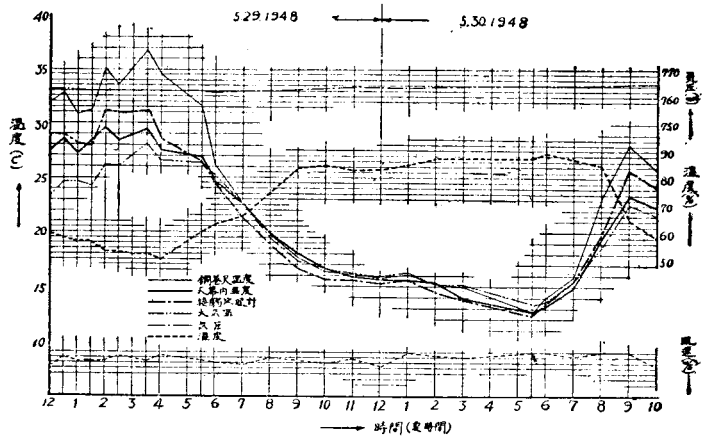
測定結果の例を圖示すると 圖一2 の如くである。

原因多い自然現象下の測定では一律的法則は得られず、單に傾向を知るに止るのであるが熱電對温度に對する棒状寒暖計の三場合との關係を前例に就て實驗公式として求めて見ることにする。

写真三. 基線温度測定場合の裝置



圖一2. 5 月 29 日~30 日の測定結果



表一. 5 月 29 日~30 日の測定結果

測定時間(真時間)	風速(m/s)	湿度(%)	温度(°C)	大氣温度(°C)	接触温度(°C)	天幕外温度(°C)	鋼卷尺温度(°C)	摘要
12:00	2.1	76.3	60	23.3	27.2	27.5	31.78	自1200 至1400 寒・部實 驗公式
12:30	0.8	76.3	58	24.7	27.2	27.6	32.70	
1:00	1.4	76.2	57	24.7	28.2	27.2	30.87	
1:30	1.5	76.2	57	24.3	27.9	28.7	31.26	
2:00	1.5	76.2	53	24.2	31.5	29.7	35.15	
2:30	0.5	76.2	53	24.1	31.0	28.4	33.57	
3:00	1.6	76.2	52	23.2	31.2	27.5	36.67	
4:00	0.5	76.2	50	24.6	28.7	27.5	34.55	
5:30	1.4	76.2	60	24.4	26.5	24.7	31.48	
6:00	2.9	76.1	63	25.2	24.4	24.7	26.00	
7:00	2.2	76.2	66	27.5	21.3	22.6	22.48	
8:00	1.0	76.2	75	18.5	18.8	18.8	17.72	自7:00 至5:30 寒・部實 驗公式
9:00	1.5	76.3	83	17.3	14.7	18.0	17.97	
10:00	2.0	76.3	85	16.7	15.7	14.7	14.32	
11:00	1.2	76.3	83	16.3	15.7	15.9	14.17	
12:00	2.5	76.3	83	16.0	15.3	15.7	15.78	
1:00	0.8	76.4	85	16.3	15.7	15.7	16.18	
2:00	0.5	76.4	87	15.2	14.5	15.5	15.22	
3:00	1.0	76.4	87	15.2	13.8	14.0	15.02	
4:00	0.8	76.4	87	14.4	13.2	13.4	14.00	
5:30	0.0	76.4	87	13.4	12.4	12.7	13.64	
6:00	0.0	76.4	87	13.7	13.4	13.3	14.00	
7:00	0.7	76.4	87	15.5	15.5	15.0	15.95	
8:00	0.0	76.5	85	18.7	19.7	20.0	23.06	
9:00	0.0	76.5	65	22.7	25.0	23.5	23.17	
10:00	2.4	76.5	58	21.7	24.2	22.4	23.74	
11:00	3.5	76.5	59	23.2	25.1	24.0	24.76	
12:30	3.5	76.4	52	24.4	28.2	24.4	30.63	

以上諸値中晝、夜の部として四元三變數として最小自乘法により實驗公式を求めると

イ 熱電對温度と大氣中温度との關係

$$T = t \cdot 1.15 \sqrt{V - 0.046} \sqrt{V - 0.031}, \quad T = t \cdot 0.675 \sqrt{V - 0.020} \sqrt{V - 0.276} \dots (1)$$

ロ 熱電對温度と卷尺接觸温度との關係

$$T = t^{0.041} V^{-0.022} W^{-0.003}, \quad T = t^{0.988} V^{0.004} W^{0.019} \quad (2)$$

ハ 熱電対温度と天幕内温度との関係

$$T = t^{1.308} V^{-0.017} W^{-0.201}, \quad T = t^{0.907} V^{0.001} W^{0.001} \quad (3)$$

式中, T = 熱電対温度, °C

t = 大氣中, 接觸, 天幕内の棒状寒暖計温度, °C

V = 風速, m/s

W = 湿度, %

上掲の實驗公式は或る日の傾向を示すものであるが他の場合をも推測する資料となると考へられる。

毎日の温度變化週期が又1ヶ年週期を或る傾向で繰返されるのであるが, 今5月29日~30日の測定値を20°Cを基線として調和分析法により求めると

イ 熱電対温度公式

$$y = 2.808 + 3.845 \sin kx + 4.291 \sin 2kx - 0.615 \sin 3kx + 1.258 \sin 4kx + 1.538 \sin 5kx + 9.090 \cos kx + 3.453 \cos 2kx - 1.625 \cos 3kx + 1.380 \cos 4kx + 0.616 \cos 5kx + 0.720 \cos 6kx \quad (4)$$

ロ 大氣温度公式

$$y = 0.40 + 1.88 \sin kx + 3.83 \sin 2kx + 2.51 \sin 3kx$$

圖-3. 各測定温度の週期曲線

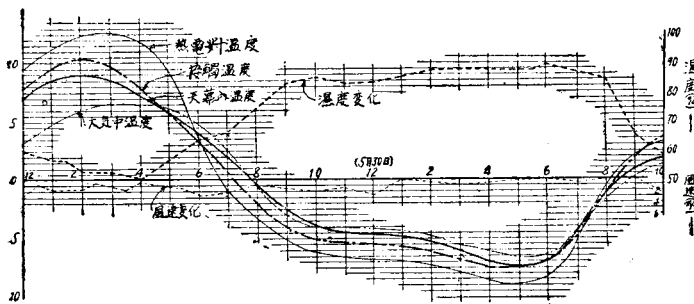
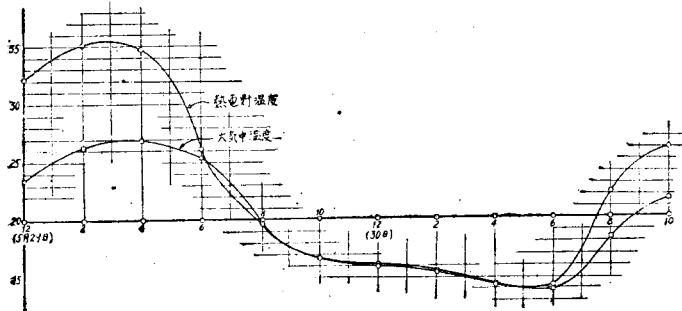


圖-4. 5月29~30日の測定値

イ 熱電対温度と大氣中温度との関係



$$+ 0.20 \sin 4kx + 1.35 \sin 5kx + 3.43 \cos kx + 0.21 \cos 2kx - 0.51 \cos 3kx - 0.48 \cos 4kx + 0.71 \cos 5kx + 0.48 \cos 6kx \quad (5)$$

ハ 卷尺接觸温度公式

$$y = 0.92 + 5.03 \sin kx + 1.73 \sin 2kx - 0.41 \sin 3kx + 0.33 \sin 4kx + 0.67 \sin 5kx + 7.51 \cos kx + 0.61 \cos 2kx - 0.83 \cos 3kx + 0.38 \cos 4kx + 0.28 \cos 5kx + 0.31 \cos 6kx \quad (6)$$

= 天幕内温度公式

$$y = 0.66 + 4.95 \sin kx + 1.37 \sin 2kx - 0.48 \sin 3kx + 0.38 \sin 4kx + 0.23 \sin 5kx + 6.16 \cos kx + 0.37 \cos 2kx - 0.67 \cos 3kx + 0.60 \cos 4kx + 0.43 \cos 5kx + 0.28 \cos 6kx \quad (7)$$

式中, y = 温度, °C

x = 時間の座標値

$$k = \frac{2\pi}{T}, \quad T \text{ は上式に於ては } 12 \text{ である}$$

以上の調和曲線を座標變換して各變化を平均軸にとり比較すると 圖-3 の如くなる。

各測定温度間には實驗公式 (1), (2), (3) の様に或る関係が存在するのであるが, 之を調和曲線にて比較圖示すると 圖-4. となり或る程度の相似率が認められ, 従て基線測定に當り各場合により注意すべき諸點が解るのである。

4. 結言

温度測定は仲々容易でなく, 本實驗は簡易装置である電位差計式温度計によつたものであるが, 研究に於ては卷尺全断面全長を通じての電氣抵抗による温度測定がより合理的に考へられる。輻射熱の関係は未だ加味して居ないが今豫備測定の一例を示すと 圖-5 の如くで大氣温との相似性を知ることが出来る。

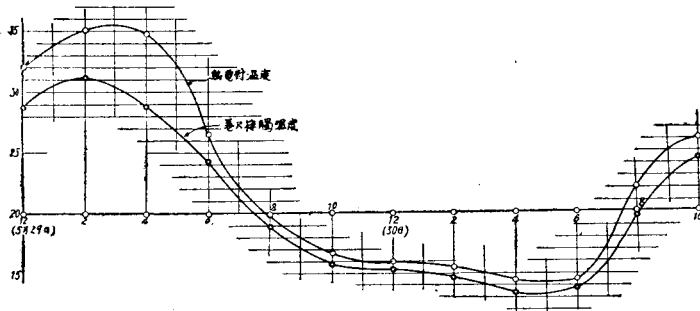
今後輻射熱關係を實驗公式に加へて傾向を解明しなければならない。實測は應用容易なる装置で眞値に近いことが望ましいものである。

基線温度測定に於て考慮されるべき要項は

(1) 棒状寒暖計を使用するには其の用法により起る誤差關係を知修して居なければならない。

(2) 小三角測量などにも基線長は相當の距離即ち 50m 尺にて數回

ロ 熱電対温度と接觸温度との關係



ハ 熱電対温度と天幕内温度との關係

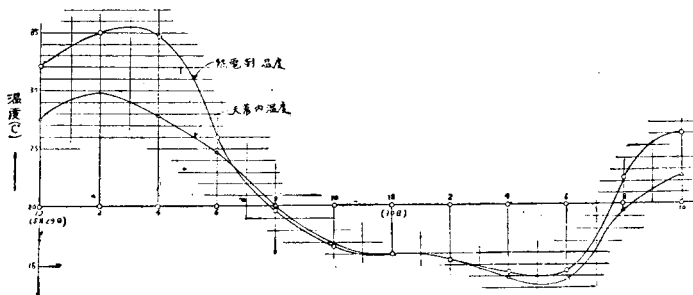
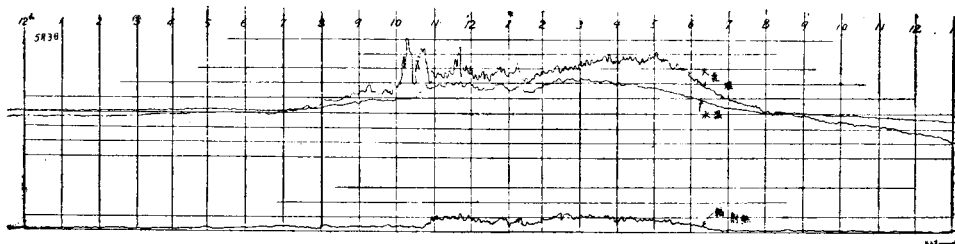


圖-5. 大氣温度と輻射熱の測定値の一例



繰返測定が一般であるから、夜間大氣中懸吊測定は±0.5°C 程度の誤差を出ないが測定誤差を伴ひ易いので可能な限り晝間測定でありたい。朝夕測定は測量常

識の如く比較的誤差が少ないが、自然条件によつては相當の注意を要する。

(3) 晝間測定は望ましいが漫然と大氣中に測溫計を懸吊して測定することなく適時適切な方法を採用すべきであることを提言したい。直射日光下は最も留意すべきで出来れば一區間二ヶ所の電位差溫度計の平均値でありたい。曇天といへども油断は出来ない。

(4) 風速は日中の影響は大きく注意すべきで、夜間でも誤差の原因となり、殊に温度傳導のタイムラグを考慮しなければならない。

(5) 湿度は 圖-2 の如く夜間大となる。週期的變化をするが實驗公式中の値の様に大きな影響を與へない。

(6) 輻射熱は日中は大きい影響と考へられ、又夜間は逆に地熱放散現象として考へられるが今後の測定結果にまちたい。

上越線土樽雪崩試験場に於ける匍進壓測定 (II)

正員 窪田 吾郎*

2. 模型試験

杭徑と間隔

上述の如き現場試験に並行して 圖-13(a)及び(b)に示してある如き装置により、小締り綿雪(見掛比重

0.35) を使つて模型試験を行つた。

此の試験装置を傾斜角 5°, 9°, 16° 及び 20° に保ち夫々を 0~-1°C の恒溫試験孔内に 21 時 30 分間放置して匍進量の限度及び防止杭の抗抵による匍進の形狀變化を測定した。この試験を 19, 20 の兩年度に數回行つた結果匍進による變形は略 圖-14 の如くであ

* 日本國有鐵道 鐵道技術研究所第 2 部技官