

橋梁工事に於ける寒中混凝土試験

※ 前 田 稔
※ 瀬 戸 一 郎

目 次

第一章	序 言
第二章	寒中混凝土試験計畫
第一節	現 場 試 験
第二節	試室内試験研究
第三章	某地橋梁道路橋寒中工事調査
第一節	使用材料の調査並に試験
第二節	材料加熱方法の調査
第三節	保温設備の調査
第四節	使用材料並に練上り混凝土の温度測定
第五節	混凝土体内温度の測定
第六節	現場混凝土強度試験成績(寒中施工)
第四章	結 論

第一章 序 言

滿洲に於て混凝土の寒中施工法に就て眞剣に研究され出したのは何と云つても滿洲國建國からであらう。氣温が零下數十度に迄も下る様な酷寒を征服して何等危惧する事なく混凝土工事を完全に遂行し得る様にする事は我々技術者の責任ではあるが、却々生優しい研究や経験を以てしては到底果し得るものでない。筆者等も現在寒中混凝土工事の研究に携つてゐるが、將來の研究方針の目標を得る爲に現場と協力の下に寒中工事の實狀を可及的詳細に調査すると同時に混凝土試験を實施して、現場の施工及養生法等が良好なる結果を得てゐるかどうかを検討す

る事にしてゐる。寒中混凝土の研究に當つては現場試験と實驗室内の試験研究とを並行的に實施せねばならぬ事は勿論の事である。

現場試験は現場の施設、氣温、濕度、風力、天候其他の事情によつて講ぜらるべき方法に對し調査研究をなすものであり、試験室内に於ける試験研究は現場に於て實施困難なる項目に屬するものに對して試験研究をなすものである。

今試験項目の概要及方法のあらましを記せば第二章の通りであるが寒中工事に携る現場の技術員に望む事はその可能なる範圍に於て出来る限り詳細な工事記録を忘れずに取りつて貰ひ度い事である。但し人員其他の都合で工事調査及混凝土試験實施困難な場合は科學院土木試験室の人と施設を遠慮なく利用される事である。

第二章 寒中混凝土試験計畫

第一節 現 場 試 験

本試験は現場の施設、施工其他に關する調査並に試験研究を行ひ、將來行はれるべき工事に對する對策確立に必要な資料を得る事を以てその目的としてゐる。

(1) 使用材料の調査並に試験

工事に使用する材料即ち「セメント」、骨材、水等の調査並に試験を行ふのであるが現場に於て實施困難な場合は試験室宛試料を送附して試験を行ふ。

試料送附量は「セメント」一種一袋、粗骨材一種に付約250疋、細骨材一種に付約120疋である
水は約2立を必要とする。

(2) 施工法に對する試験並に觀測

(イ) 材料加熱方法の調査

(ロ) 保溫方法の調査

保溫施設即ち防寒小屋設備の調査を行ふと同時に小屋内の溫度、現場混凝土體內溫度等を測定し、現場混凝土(寒中施工)試験結果と照合して以て有効適切なる保溫防寒小屋設計用資料とする。

(ハ) 現場混凝土強度試験(寒中施工)

第二節 試験室内試験研究

本試験研究は現場に於て實施困難な項目に屬するものに就て行ふものである事は既に述べたが、現在計畫中の研究項目は次の通りである。

- (1) 不凍劑及急硬劑に關する試験研究
- (2) 特殊セメントに關する研究
- (3) 型枠の厚さに對する比較試験
- (4) 基礎打の研究
- (5) 混凝土の容積に依る溫度變化の試験

第三章 某地橋梁(道路橋)寒中工事調査

第二章第一節に記述した要項に従ひ、某地橋梁(道路橋)橋脚基礎及(ロツト)の寒中工事(康徳5年1月12日)に關して當試験室若井研究士及李雇員により調査試験せる結果は次の通りである。

第一節 使用材料の調査並に試験

(1) 「セメント」 本工事に使用した「セメント」は大部分哈爾濱セメント會社製「ポートルランド・セメント」である。「セメント」試験結果は次の通りである。

第一表

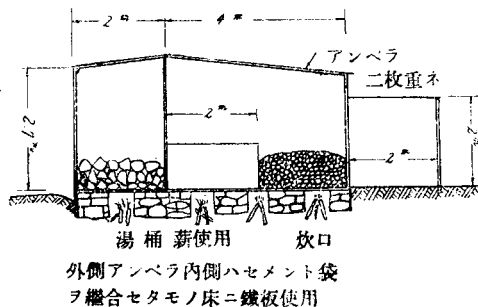
「セメント」試験成績表

比重		3.15	
粉末細度(4900孔)		3.04	
凝結時間	室溫	21.8°C	
	水量	26.5%	
稠度		6m/m	
始發		3時間50分	
終結		5時間0分	
安定度		完全	
耐壓力 kg/cm^2	3日	359	
	(水量7%)	7日	455
		28日	639
抗張力 kg/cm^2	3日	29.8	
	(水量6.8%)	7日	34.5
		28日	39.7

貯藏法はアンペラで圍をした小屋に砂利を敷き、その上へ敷板を並べ更に「アンペラ」を敷きその上に積み重ねた。

(2) 骨材 砂利及砂は勿論現地産のものである。骨材採取場より骨材置場(設備なし)へ運搬保存す。砂利は粗粒且多孔質で風化せるもの比較的多い。砂は一般に珪質にして優良と認められた。

(3) 骨材試験 骨材の篩分試験結果其他は第二表及第三表の通りである。



第二表

骨材試験成績表

骨材別	比重	單位容量 斤/立	吸水率%	注濁損失%	有機物試験
砂	2.64	1.538	0.65	3.6	1:3モルタル7日及28日 ノ耐壓強度減少率 10~20%
砂利	2.63	1.704	0.50	—	—

第三表

骨材篩試験成績表

篩番號	No.100	No.50	No.30	No.16	No.8	No.4	3'' 8	3'' 8	1''	1 1/2''	2''	3''	細率
砂	通過率%	4	10	28	82	99	100	—	—	—	—	—	2.77
	粗粒率%	96	90	72	18	1	0	—	—	—	—	—	
砂利	通過率%	0	0	0	0	0	0	7	20	63	91	100	9.19
	粗粒率%	100	100	100	100	100	100	100	93	80	37	9	

以上の結果を見るととき砂利は少しく粗に過ぐる様思考される。

第二節 材料加熱方法の調査

材料加熱小屋は「アンペラ」を以て小屋掛し、鐵板を敷き、その上に材料を盛り、薪を以て加熱する。この小屋は一は防寒小屋より約30米位離れた所に今一つは50米距離に設置されその設備は第一圖或は第二圖の通りである。

一回の加熱容量は約 $12m^3$ であるが、材料の熱せられ具合は下部の方は高温に過ぎるが、上部は相當冷く、熱の廻り甚だ不均一で、加熱作業中切返を行ふと云ふも上部 $5^{\circ}C$ 程度の時下部は $50^{\circ}C \sim 60^{\circ}C$ となつた様な形跡を認めた。加ふるに出入口及び室内狭少の爲骨材の切返作業及骨材運搬に頗る不便を感じた。

第三節 保健設備の調査

保温設備即ち防寒小屋は第3圖の如きもので採光は上部天井の一米四方の窓よりする。保温

材料としては「アンペラ」及乾草を用ひた。「アンペラ」は内外二重に張り、間隙に長さ約一米乾草を20樞大の束としたをものを詰め、所々針金を以て締付く。小屋容積は約735立方丈(底面積約105平方丈高さ7米)で加温はドラム缶ストーブを以てした。混凝土打設後は小屋周圍を更に乾草、「アンペラ」を以て包んだ。

壁體は乾草の詰込及締付不完全なりし爲、摺落を生じ壁厚不均一にして間隙が多かつた。

燃料として薪及木炭を使用した爲煙多く又一酸化炭素の如き有毒瓦斯充滿したる爲苦力の勞働力低下を認めた、小屋掛費用は約800圓程度なり。

第四節 使用材料並に練上り混凝土

の溫度測定

「セメント」砂、砂利、水の溫度及混凝土練上り溫度を測定した結果は第4表及第5表の通りである。

第四表 第二號及第三號基礎打に使用したる材料の溫度及練上り混凝土溫度測定結果

工 事 別	セメント	砂	砂 利	練リ水	練リ上リ 混 凝 土	備 考
第二號基礎打	-11°C	+38°C	+23°C	+43°C	+30°C	康徳5年1月17日測定
第三號基礎打	-9°//	+30°//	+20°//	+40°//	+25°//	同 上1月27日測定

第五表 第二號及第三號ロット打に使用せし材料の溫度及練上り混凝土溫度測定結果

工事別	測定日時	セメント	砂	砂 利	練リ水	練リ上リ 混 凝 土
第二號 ロ ッ ト	康徳5年2月11日					
	9時 0分	-19°C	+43°C	+35°C	+32°C	+20°C
	11時 0分	-18°//	+30°//	+35°//	+22°//	+21.5°//
	12時 0分	-17°//	+18°//	+34°//	+20°//	+20.5°//
	15時30分	-14°//	+12.5°//	+50°//	+13°//	+12.8°//
	18時 0分	-17°//	+16°//	+50°//	+12°//	+20°//
19時30分	-18°//	+29°//	+35°//	+15°//	+18°//	
第三號 ロ ッ ト	康徳5年2月5日					
	11時 0分	-8°C	+35°C	+23°C	+48°C	+18°C
	12時 0分	//	+30°//	+6°//	+23°//	+9°//
	13時 0分	//	-	+20.5°//	-	+20°//
	13時30分	//	+35°//	+40°//	+50°//	+35°//
	14時30分	//	+40°//	+45°//	+50°//	+35°//
15時30分	//	+45°//	+16°//	+45°//	+23°//	
17時 0分	//	+43°//	+38°//	+48°//	+33°//	

第五節 混凝土體內溫度の測定

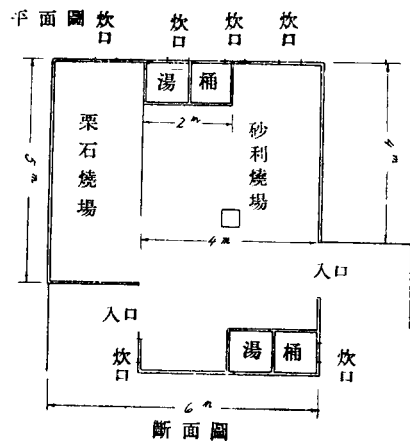
測定方法 徑約5~10m.mの「ブリキ」製細管を製作し、之を圖の如く所定の位置に混凝土填充の際裝備した。

測定回数は最初の4時間は30分毎に後5時間は1時間毎に次は1日1回觀測した。現場の養生期間(保温期間)は3日間で、之を過ぎると、揚水ポンプの運轉を休止する爲、河水上昇しその後の測定不能であつた。その爲寒氣に曝された後の體內溫度冷却の模様を觀測出来なかつた事は残念であつた。混凝土體內溫度測定と全時に氣溫及防寒小屋内の溫度も自記寒暖計を以て測定して居たが途中で不幸にも燒失の災に逢ひ極めて一部の記録しか得られなかつた。

混凝土體內溫度測定結果は第3,4,5,6圖の通りである。

第六節 現場混凝土強度試験成績(寒中施工)

現場混凝土の大凡の強度を知り、施設並に施工が適當であるかどうかを檢討する爲に、現場と全く同一の配合及條件の下に混凝土を打ち、養生も全く現場のそれと同様に行つて得た供試體の強度を測定した。結果は次表の通りである



第六表

寒中混凝土強度試験結果

番 號	現 場 調 合 比	W/C	三ヶ月後ノ強度 kg/cm ²			六ヶ月後ノ強度 kg/cm ²			九ヶ月後ノ強度 kg/cm ²		
			最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均	最 大	最 小	平 均
(木製型枠) 1. 康5.1.24	1:2:4	60	144.0 (13.34kg)	73.4 (13.18kg)	103.5	170.0 (13.38kg)	132.0 (12.61kg)	149.0	183.2 (13.18kg)	166.0 (12.96kg)	176.4
(木製型枠) 2. 康5.1.25	1:2:4	60	200.0 (13.54kg)	150.0 (13.58kg)	171.3	190.0 (13.24kg)	171.0 (13.25kg)	178.3	271.0 (13.22kg)	195.0 (13.40kg)	225.4
(木製型枠) 3. 康5.1.27	1:2:4	60	98.8 (12.80kg)	45.2 (11.56kg)	61.3	154.0 (13.22kg)	93.5 (12.04kg)	131.5	237.0 (12.96kg)	110.0 (12.92kg)	193.2
(木製型枠) 4. 康5.1.17	1:2:4	60	172.0 (13.38kg)	135.0 (13.26kg)	150.3	216.0 (12.60kg)	105.0 (12.92kg)	170.5	—	—	—
(鐵製型枠) 5. 康5.1.27	1:2:4	60	—	—	—	179.0 (12.37kg)	65.0 (11.40kg)	127.7	—	—	—
(鐵製型枠) 6. 康5.2.6	1:3:6	80	—	—	—	116.0 (9.28kg)	38.5 (12.34kg)	74.3	—	—	—
(鐵製型枠) 7. 康5.2.11	1:3:6	80	—	—	—	146.0 (12.38kg)	122.0 (12.48kg)	136.0	—	—	—

一ヶ月後ノ強度 kg/cm ²		
最 大	最 小	平 均
211.1 (13.16kg)	118.2 (13.0kg)	154.0
200.7 (13.12kg)	173.8 (13.14kg)	184.8
214.7 (13.66kg)	157.9 (13.02kg)	178.5
252.6 (12.82kg)	222.4 (13.12kg)	240.7
250.2 (12.46kg)	184.5 (12.14kg)	215.1
116.0 (9.14kg)	72.4 (12.32kg)	94.2
154.0 (12.52kg)	121.8 (12.36kg)	135.4

註：(1) 表中()内数字ハ供試験體ノ重量kg

(2) 保温日數ハ何レモ3日

(3) 試験番號4ハ第2號基礎コンクリート (第三圖参照)

(4) 同 上5ハ第3號基礎コンクリート (第四圖参照)

(5) 同上6ハ第3號ロット・コンクリート (第六圖参照)

(6) 同上7ハ第2號ロット・コンクリート (第五圖参照)

(7) 試験番號1,2,3ノ養生ハ基礎打防寒小屋ニ於テ行ツタモノデアル、小屋内温度ハ第四圖参照ノコト

第四章 結論

(1) 某地橋梁道路寒中工事現場に於て使

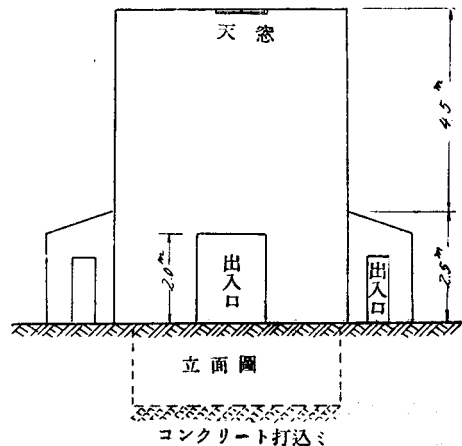
用材料、保温設備、材料加熱の方法等を調査し作せて現場混凝土強度試験を實施した。

(2) 材料試験結果によれば砂の有機物含有量1:3はモルタの7日及28日の壓縮強度減少率12~20%程度であつた。一體に滿洲の砂はよく有機物を含有する故注意する必要がある。

砂利の細率は9.19で少しく粗粒に過ぎる様である。又多孔質且風化せるもの比較的多く余り

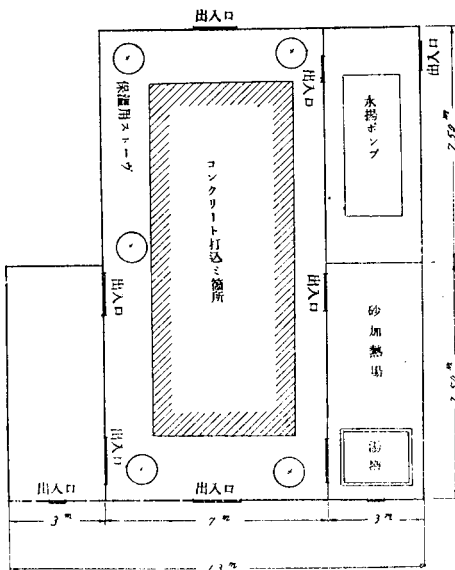
良質の砂利と云へない。

(3) 骨材加熱方法は本文に記述した様に「ア



ンペラ」を以て小屋掛し、鐵板を敷いてその上に骨材を盛り薪を用ひて下部より加熱す、頗る簡單なる方法に依つたが、燃料消費の工合から見て比較的不經濟に思はれた。且熱の廻り甚だ不均一であつた。就中室内狭少の爲、切返し作業頗る不自由であり、煙の發生著しい爲作業能率に影響する事大であつた。

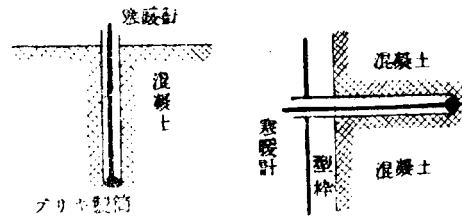
(4) 保温設備即ち防寒小屋は乾草の詰込及織付不完全の爲招落を生じ壁厚不均一で間隙が多かつたが小屋内温度は概ね零上であつた。採暖設備として「ドラム」罐ストーブを用ひ燃料に薪及木炭を使用した爲煙多く且一酸化炭素の如き毒瓦斯充滿した故か苦力の勞働力低下を認めた又採光窓一つは少しく不足に過ぎはしないかと思考された。



(5) 保温施設費、燃料費及人夫の能率等に關する調査は、都合で、現場工事主任に一任したが、色々の事情で遂に調査報告を受理する事が出来なかつた事は甚だ遺憾に思つてゐる。

(6) 現場混凝土強度試験結果は第三章第六節

の通りであるが現場に於て使用した材料を用ひ養生温度のみ變へて試験した結果に比べると3ヶ月後の強度で最もひどいになると約34%に低下してゐるものがある。(次表参照)



但し試験室内試験に於ては調合比は精確であるが現場ではそんなに精確に行かぬから下の表を見ると1:3:6調合比のもので現場混凝土の方が強度大と云ふ様な妙な結果が出たりしてゐる。この事から將來この種試験を行ふ時には必ず現場でも精確に調合した試験體を作りこのものの強度も測らないと正確な比較が取れない事を知つた。

下表に於て見る如く寒中混凝土は概ね普通コンクリートに比し強度が低下してゐる。本報告は之を以て終りとするが何分最初の企ての事として不馴れの爲色々の手違ひを生じ、その結果所々に不審の點を見出すが、二回三回と回数を経るに従ひ立派な成績を擧げ得て混凝土の寒中施工に對する正確なる資料を提供し得るものと信ず。

尙調査及試験に當つてはその萬全を期する爲には最少四人の人員を必要とする事を今回の企てに依つて知つた次第である。

本稿を閉づるに當り本試験研究に多大の便宜を計られたる現場各位に深謝の意を表するものである。

第六表 現場混凝土(寒中施工)と試験室に於て製作した混凝土との強度比較表

番 號	混 凝 土 調 合 比	三ヶ月後の強度 (平均) kg/cm ²	試験室混凝土の3ヶ月後の強度を100と のたる場合の比強度	六ヶ月後の強 (平均) kg/cm ²	試験室混凝土の3ヶ月後の強度を100と しなる場合の比強度
1(木製型枠) 康 5. 1. 24	1:2:4	103.5	ca 58	149.0	ca 72
2(木製型枠) 康 5. 1. 25	1:2:4	171.3	ca 96	178.3	ca 86
3(木製型枠) 康 5. 1. 27	1:2:4	61.3	ca 34	131.5	ca 64
試験室 混凝土 康 5. 3. 31	1:2:4	178.1	100	206.4	100
4(木製型枠) 康 5. 1. 17	1:2:4	150.3	ca 84	170.5	ca 83
5(鐵製型枠) 康 5. 1. 27	1:2:4	—	—	127.7	ca 52
試験室 混凝土 康 5. 3. 31	1:3:6	116.0	100	134.0	100
6(鐵製型枠) 康 5. 2. 6	1:3:6	—	—	74.3	ca 55
7(鐵製型枠) 康 5. 2. 11	1:3:6	—	—	136.0	ca 101

會 員 諸 氏 へ 御 願 ひ

◎轉居、轉任等なされた場合は必ず其の都度御通知下さい。會員名簿の訂正、會誌の發送

其他通信事務會務整理上特に御願ひ致します。

◎機關誌建設原稿募集

論說、研究、資料、隨筆

寫眞………工事寫眞(撮影月日及簡單なる説明を附すること)

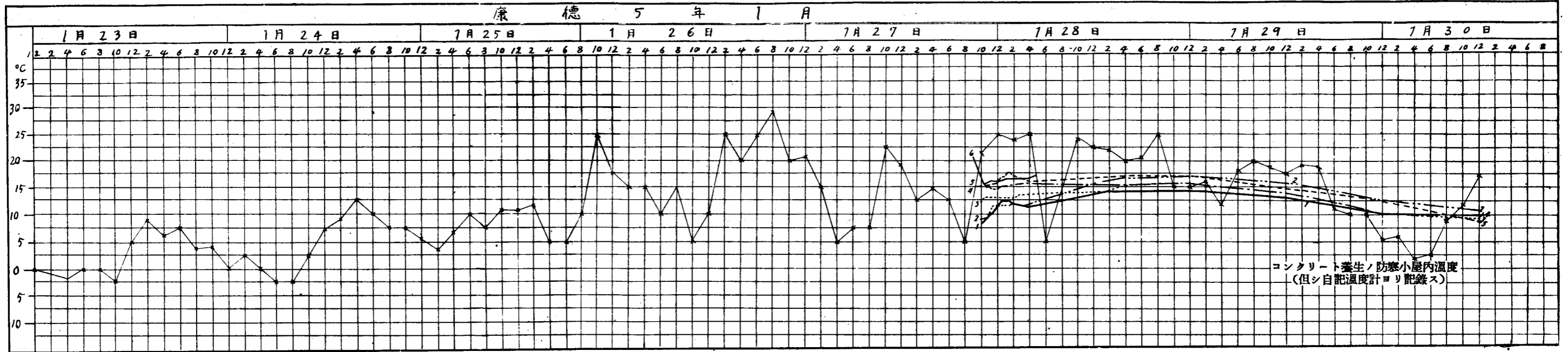
以上各種掲載のものに對しては薄謝を呈します。新京交通部道路司内滿洲土木研究會編

輯部宛御送附下さい。

第四圖

橋梁架設工事寒中コンクリート温度表 (第3號基礎)

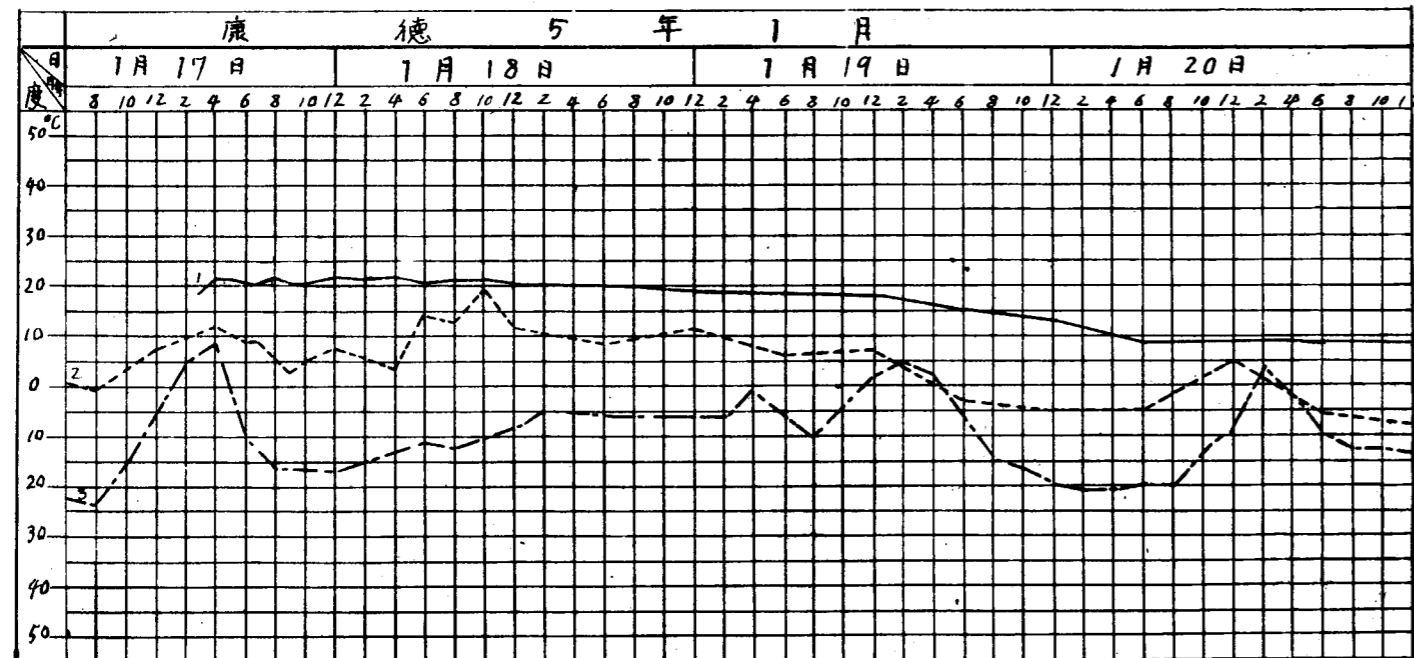
- 1 上部中央深60^{cm}
- 2 // // 30^{cm}
- 3 // // 10^{cm}
- 4 角兩端ヨリ15^{cm}深サ15^{cm}



第三圖

橋梁架設工事寒中コンクリート温度表 (第2號ロット)

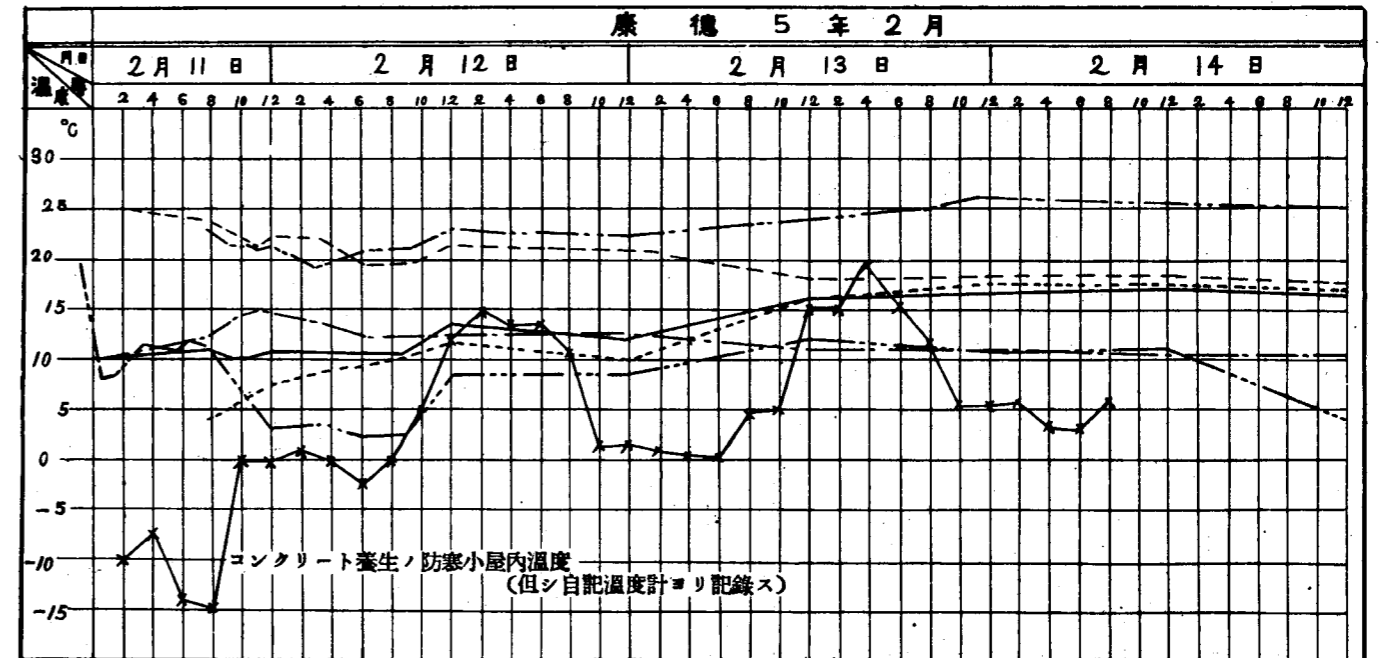
- 凡例
- 1 コンクリート温度
 - 2 保温室温度
 - 3 外気温度



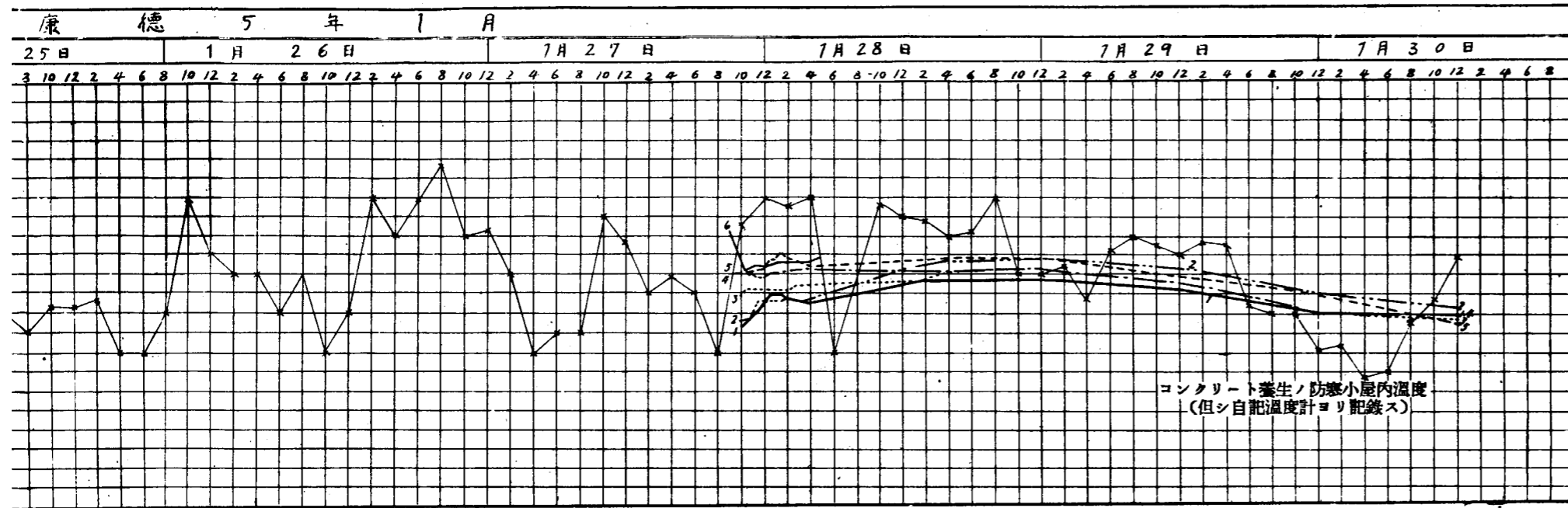
第五圖

橋梁架設工事寒中コンクリート温度表 (第2號基礎コンクリート)

- 凡例
- 1 側面上カラ15^{cm}(深サ15^{cm})
 - 2 // // 100^{cm}(//)
 - 3 // 下カラ15^{cm}(//)
 - 4 上部中央 (深サ60^{cm})
 - 5 // // (// 10^{cm})

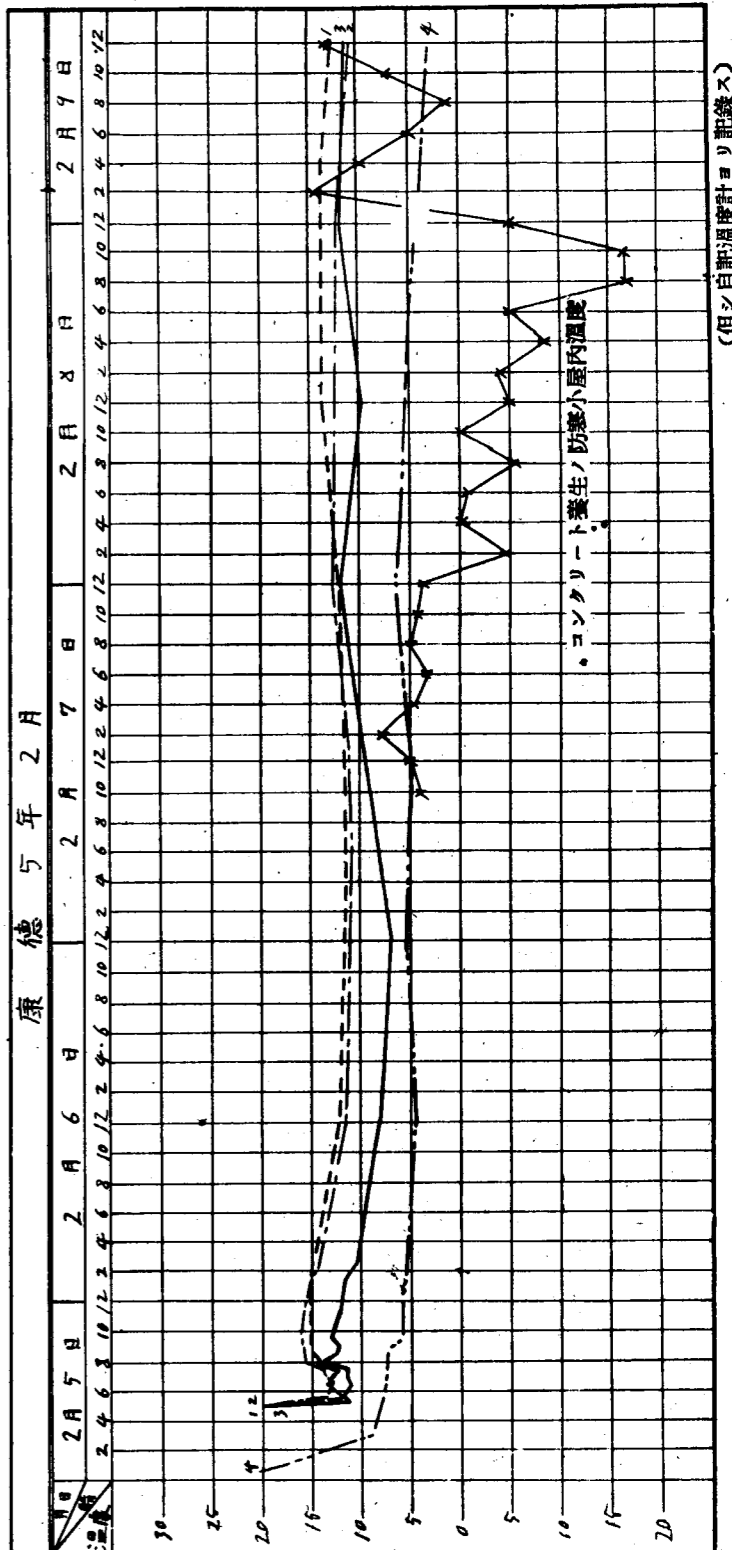


温度表 (第3号基礎)



- 凡例
- 1 上部中央 深サ60^{cm}
 - 2 " " " 30^{cm}
 - 3 " " " 10^{cm}
 - 4 角兩端ヨリ15^{cm}深サ15^{cm}

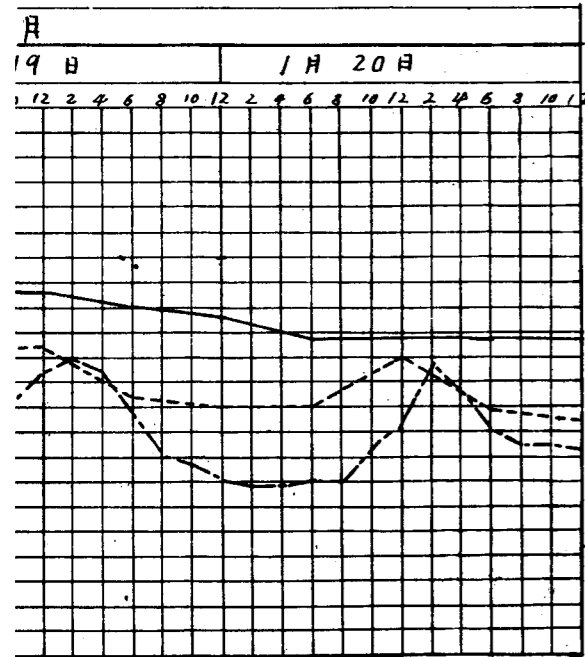
第六圖 橋梁架設工事寒中コンクリート温度表 (第3号ロット)



(但シ自記温度計ヨリ記録ス)

表

- 凡例
- 1 コンクリート温度
 - 2 保温室温度
 - 3 外気温度



第五圖 橋梁架設工事寒中コンクリート温度表 (第2号基礎コンクリート)

