

セメントカーの通風冷却管

塚原重美* 横尾憲之** 中村正治*** 高井昭**** 渡辺寛*****

Covered Hopper Cement Car Equipped with Cooling Vent Ducts

By Shigemi Tsukahara and Noriyuki Makio

Electric Power Development Company

Masaharu Nakamura, Akira Takai and Hiroshi Watanabe

Kasado Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Cement is already at a fairly high temperature when it is transported in bulk to dam construction sites. When the heat of combination with water is added at the time it is used, the temperature of the concrete mixture becomes quite high, and heat radiation after completion of construction results in heat stress, which is the main cause of cracks in the completed structure.

This is prevented by the pre-cooling of cement and ballast. In an effort to simplify the cooling method, the writers have devised a new cement car provided with cooling ducts running the length of the car, which cools the high temperature cement by ventilation created by the speed of transportation. Various examinations were made, on the basis of which the present cement car was designed and built. Cooling tests were carried out on this car, and the results generally agreed with the estimated values, proving that cement cars of this type have a greater cooling effect than other types.

〔I〕 緒 言

近來セメント輸送の合理化の機運が高まるにつれ大量輸送の必要性が重視されてきたが、これを車輛によつて行う場合、セメント会社の貯蔵タンク内のセメントは 80~90°C というような高温で、さらに使用に際しては水和熱も加わるため、コンクリートの温度が上昇し、構築後放熱に際して生ずる熱応力は構築物の亀裂の最大原因になつている。このためセメントおよび骨材の予冷が行われている現状であるが、これをできるだけ簡単にすべく、われわれはセメントカー内に車輛を貫通する冷却管を設け、高温セメントを現地に輸送する途中において、車速を利用して通風冷却することを計画し、冷却管の配列、形状などに検討を加え冷却能力を算定した。その後これに基づいて設計、製作されたセメントカーについて、

現地輸送の際冷却試験を行つたが、推定値とほぼ一致する結果がえられ、他の型のセメントカーよりすぐれた冷却能力を有することが立証されたので、こゝにその概要を報告する次第である。

〔II〕 通 風 実 験

(1) 実験の概要

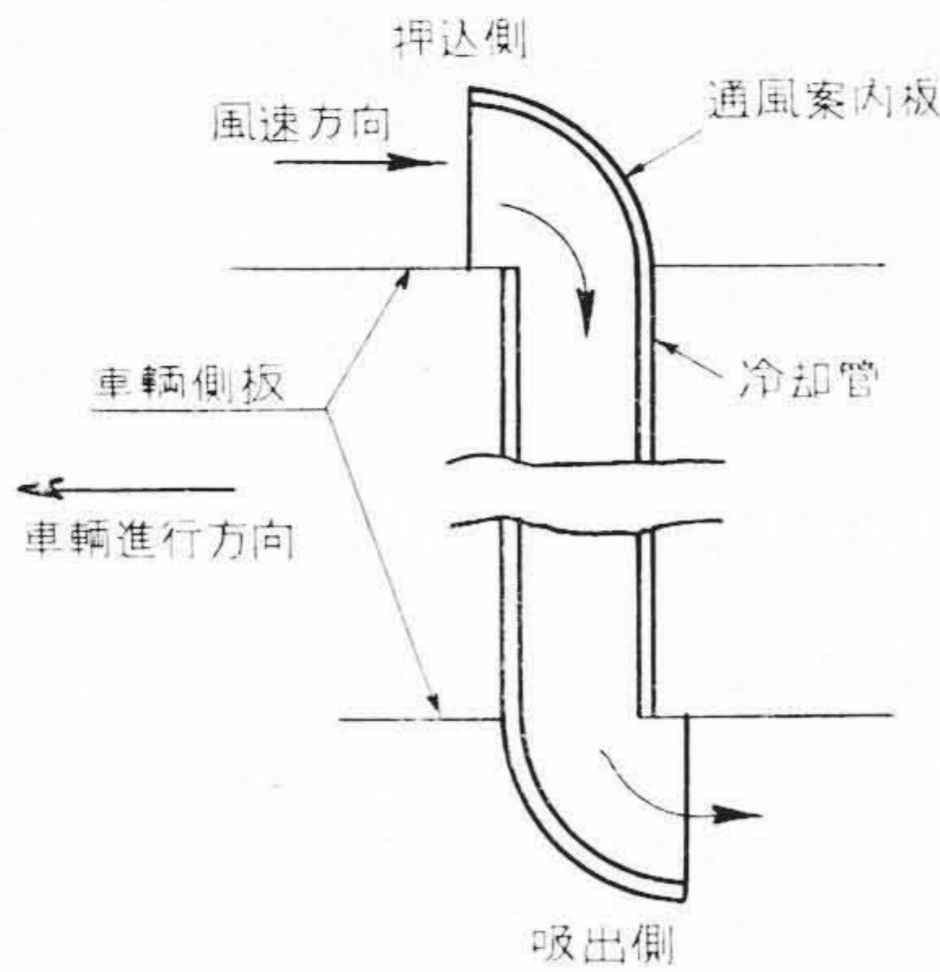
冷却管に必要な条件は

- (A) 十分な伝熱面積を持ち、かつ管内における対流が十分行われること。
- (B) 特にセメントのごとき熱伝導率の小さなものに対しては伝熱長さを短くすること。

であり、設計の要点は管内風速を高くすること、および管のピッチを小さくし、特に冷却管および車輛外板の冷却範囲がセメント全体におよぶごとくすることである。後者に対しては熱的に検討を加えることとし、前者に対してはまず冷却管の取付方法を定めることにした。セメ

* ** 電源開発株式会社

*** **** ***** 日立製作所笠戸工場



第 1 図 通風案内板取付要領
Fig. 1. Fitting Device of Cooling Vent-Duct Guide

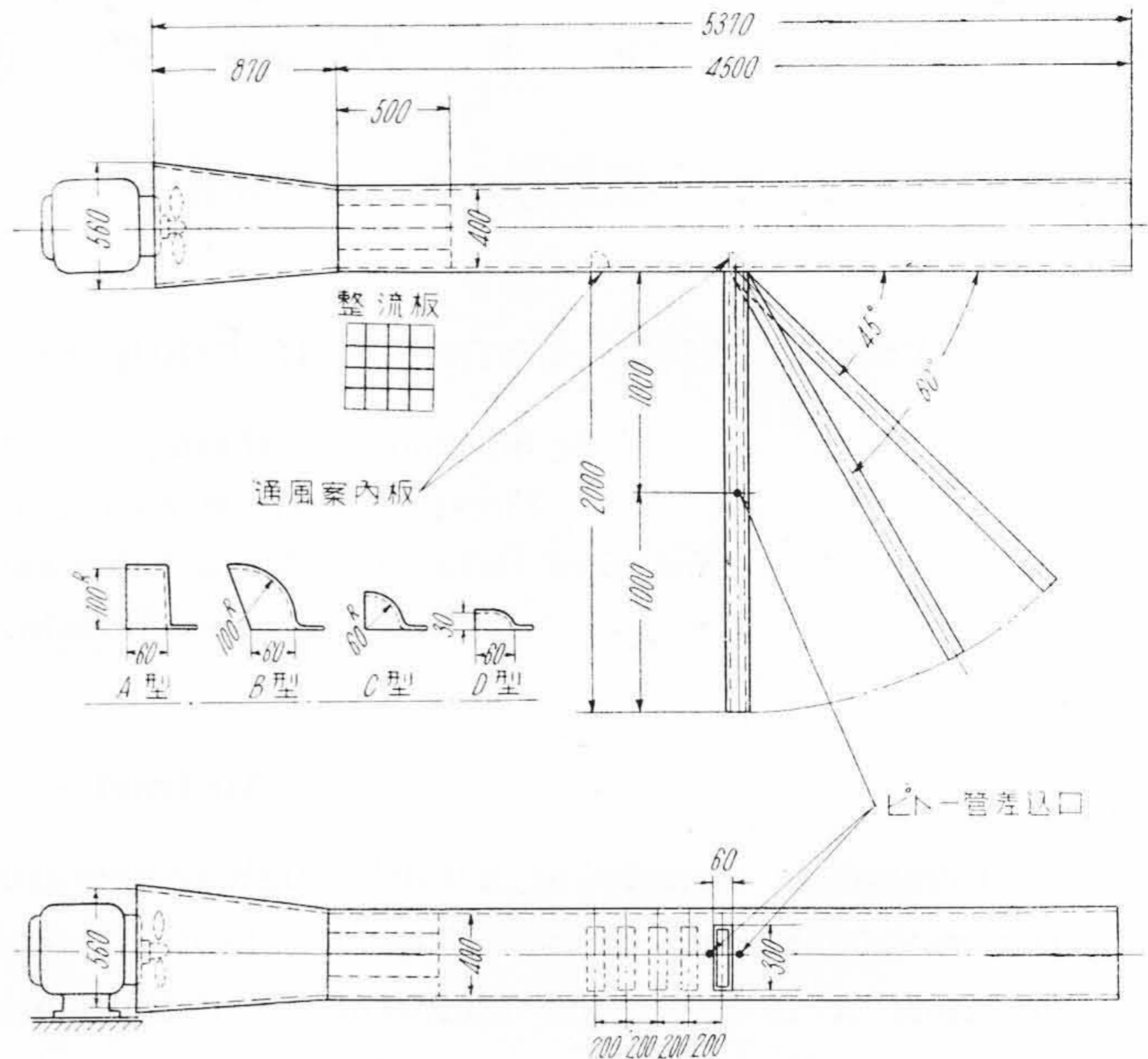
ントカーの構造上許される冷却管の取付方法は、車輛の縦方向に（すなわち妻板から妻板に）貫通させるか、横方向に（すなわち側板から側板に）貫通させることである。冷却管を縦方向に貫通させる場合は、車輛を連結して走行するとき、第 2 輛目以下の車輛は必然的に前部車輛の後流の影響を受け、冷却管入口付近は渦流を生ずるのみで、走行による風速が有効に利用できないことが考えられるので、前部車輛の後流の影響の最も少ないと思われる横方向に冷却管を貫通させ、側板に沿う気流を冷却管に導入するために通風案内板を設けることにした。これを第 1 図のごとく取付ければ、車輛の進行方向の影響をうけることなく、管の両端で押し込み、吸出し両効果を生ずる筈である。（特許出願中）

第 2 図に示す通風実験装置は、軸流送風機を一端に有するダクトの中央部に、冷却管を種々の角度に取り付けられるごとくしたもので、かくすればダクト内壁は一応車輛の側板に相当し、ダクト内風速が車輛進行時の車外風速と考えられる。なおこの場合、ダクトの冷却管取付部附近をガラス張りとし、気流を観測できるごとくしてある。これにより冷却管について、管内風速に関する諸要素に検討を加えることにした。

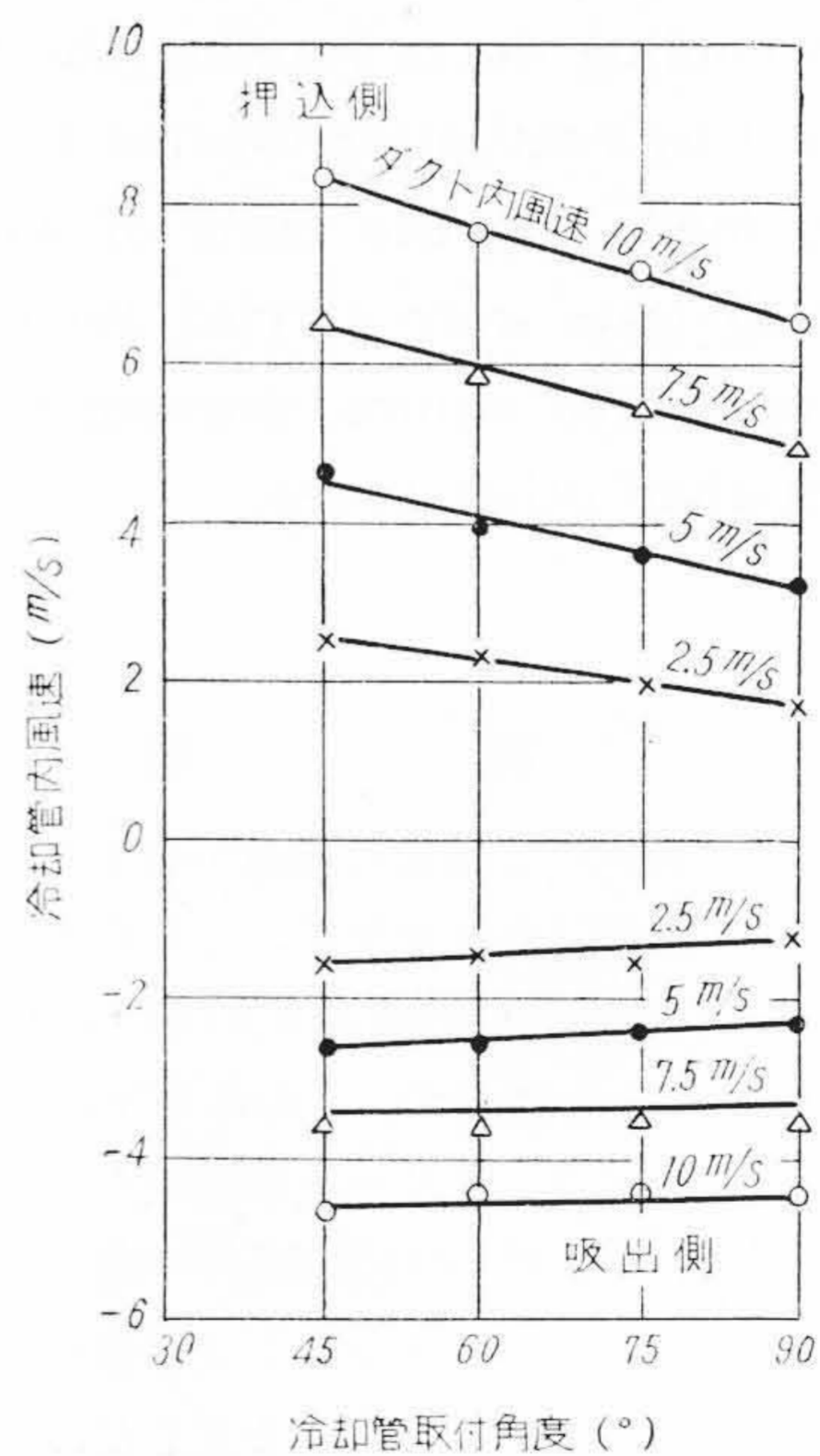
(2) 実験方法および結果

(A) 冷却管取付角度の影響

冷却管を側板に対して傾ければ、冷却管内風速は増加すると考えられるので、第 3 図のごとく 90°, 75°, 60°, 45° の角度を持つ接手を用いて管を取付け、100 mm 高さのそれぞれの角度を持つ通風案内板を設けて通風実験を行い、ダクト内においてその前方 100 mm の位置および冷却管の中央部で、それぞれの全圧、静圧を測定し、ダクト内、冷却管内の風速、静圧を求めた。接手、およ

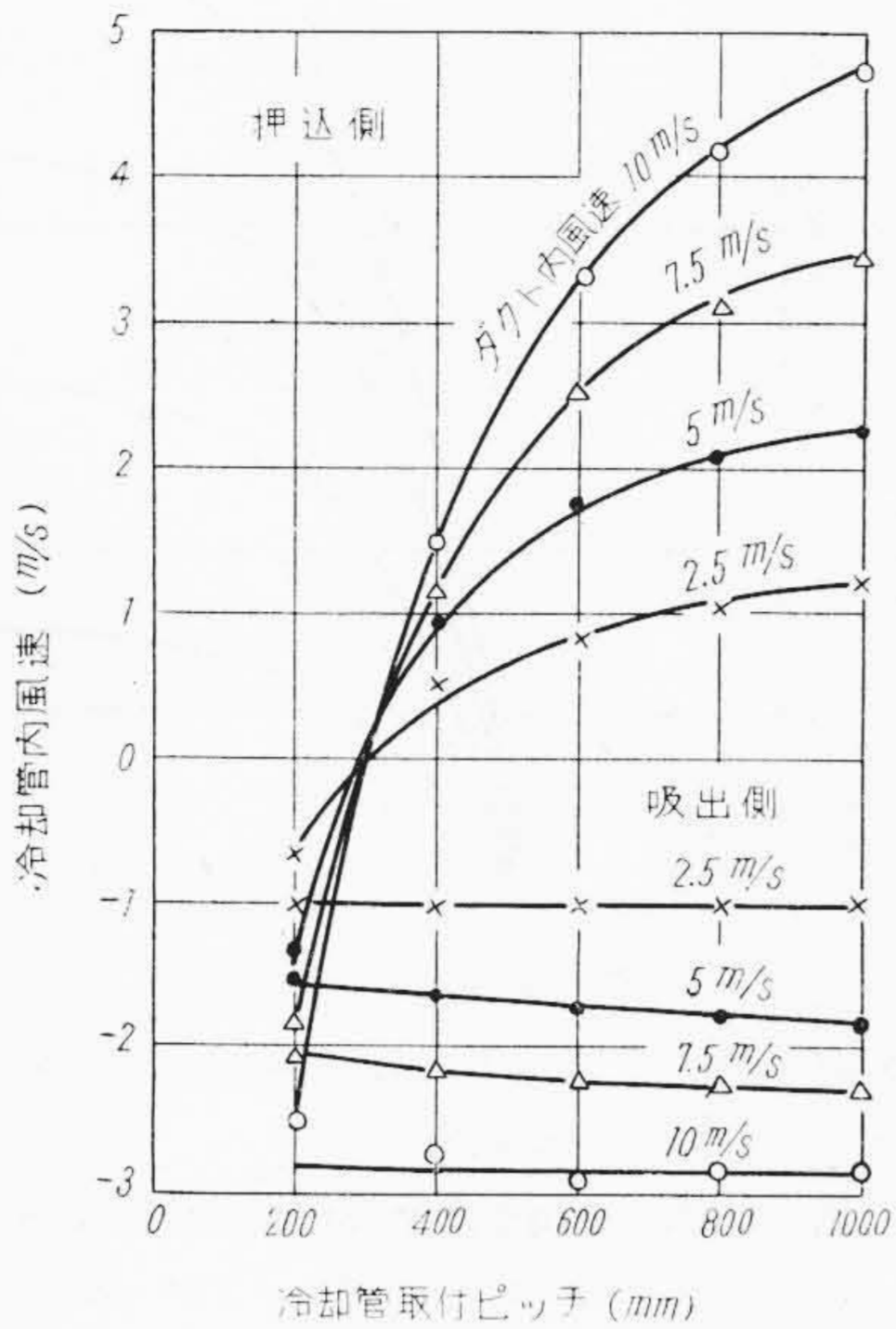


第 2 図 冷却管通風実験装置
Fig. 2. Experimental Equipment for Ventilation in Cooling Vent-Duct



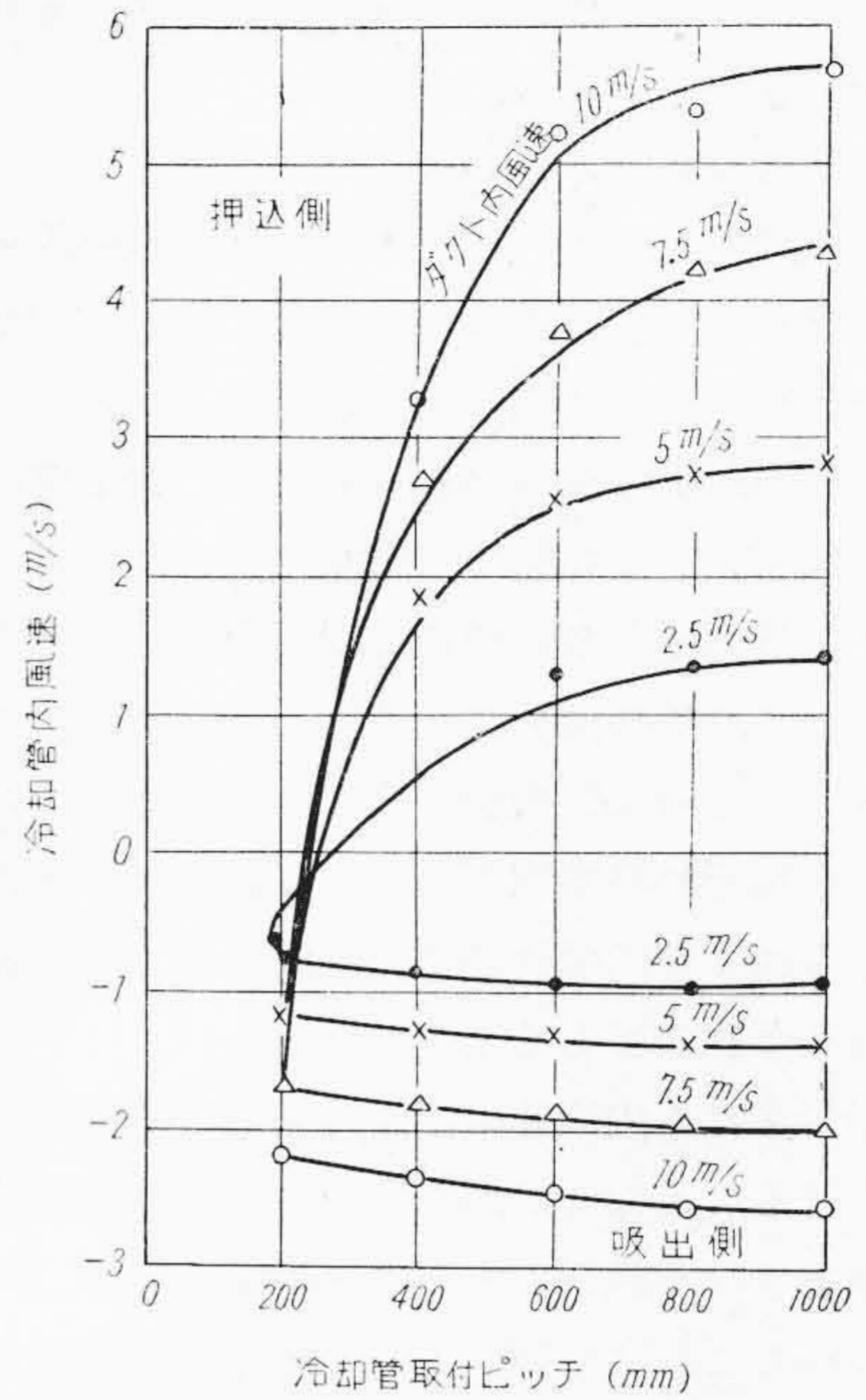
第 3 図 冷却管取付角度と管内風速の関係
Fig. 3. Relation between Fitting Angle of Cooling Vent-Duct and Air Velocity

び通風案内板の方向を逆にすれば、押し込み、吸出し両方の特性がわかる。測定結果は第 3 図に示すごとくであるが、これによると僅かの角度の傾斜はその影響が少いと



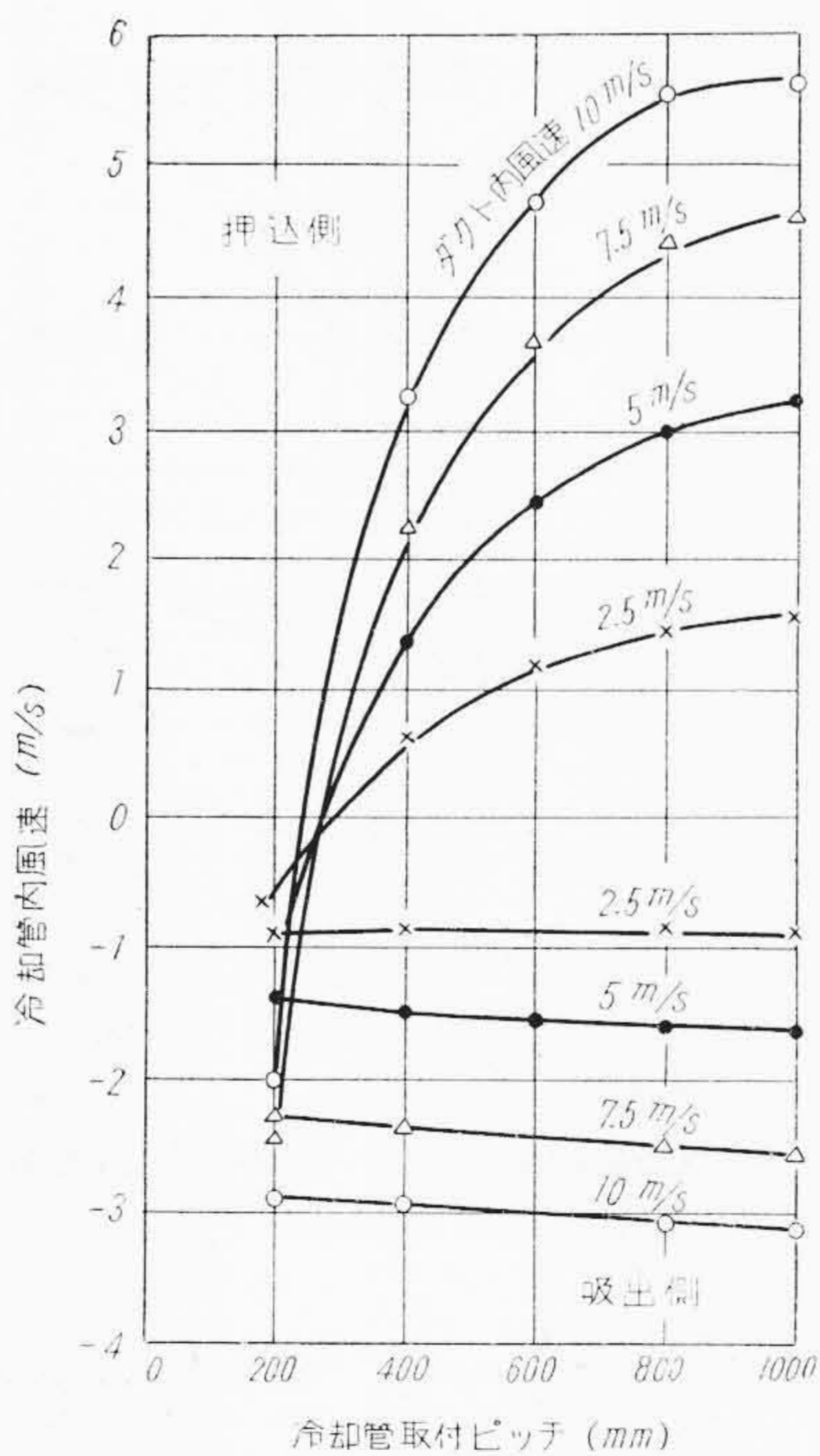
第4図 通風案内板取付ピッチと管内風速の関係 (A型通風案内板)

Fig.4. Relation between Guide Pitch and Air Velocity (Guide Type A)



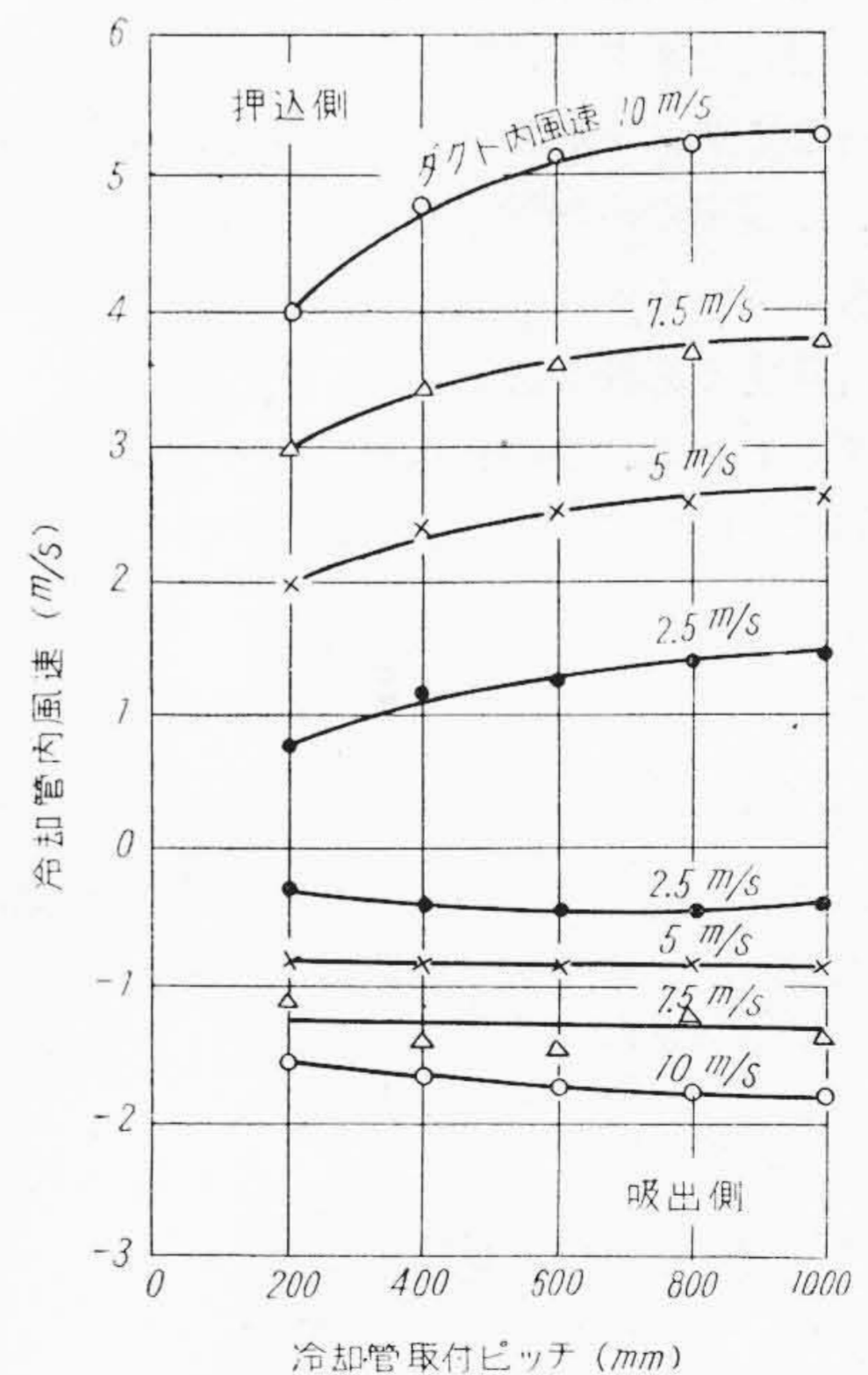
第6図 通風案内板取付ピッチと管内風速の関係 (C型通風案内板)

Fig.6. Relation between Guide Pitch and Air Velocity (Guide Type C)



第5図 通風案内板取付ピッチと管内風速の関係 (B型通風案内板)

Fig.5. Relation between Guide Pitch and Air Velocity (Guide Type B)



第7図 通風案内板取付ピッチと管内風速の関係 (D型通風案内板)

Fig.7. Relation between Guide Pitch and Air Velocity (Guide Type D)

考えられ、工作容易な直角に取付ける方法で十分通風効果が期待できるものと考えられる。

(B) 冷却管ピッチの影響

冷却管取付角度は 90° の場合もかなりの通風効果があるので、ピッチの検討は 90° の場合についてのみ行つた。すなわち前方の案内板による後流がどのような形で冷却管内風速に影響するかを見るために第 2 図に示すごとく A, B, C, D 4 種類の通風案内板を、冷却管入口、およびその前方種々の距離の場所にと付けた。前方にと付けたものは、その部分に冷却管相当の窓を開け、あらかじめ測定した冷却管損失とほぼ等価な損失を持つ金網を張り、それぞれの案内板について、各ピッチにおけるダクト内風速と管内風速の関係を求めると第 4 図~第 7 図 (前頁参照) のごとくなる。

この場合ダクト内風速は、冷却管取付部直前の後流の影響をうけることなく、通風案内板による断面積変化のみの影響をうける範囲の風速の平均値を以て示している。すなわちこれは車輛走行時の車輛側板と空気の相対速度に相当するものである。これによると押込側はピッチの小さい場合は前方の通風案内板の後流の影響が顕著に表われており、乱れのおよぶ範囲は高さの高いものほど大きく、形状の円形のものより角形のものより早く回復している。吸出し側ではピッチの影響は少く、案内板の高さの低いものほど吸出効果は悪くなつている。

(3) 現車冷却管内風速の計算

実験に用いたダクトは開放型でなく、しかも案内板の高さに対してダクトが小さいために圧力の影響が無視できず、また現車の冷却管はその両端で押込み、吸出し両効果を有しているので、以上の結果から現車の冷却管内風速を計算する必要がある。

いまダクトおよび冷却管にベルヌーイの定理を用いると押込側においては

$$\frac{V^2}{2g} + \frac{P}{r} = \frac{v^2}{2g} + \frac{p}{r} + \xi_1 \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (1)$$

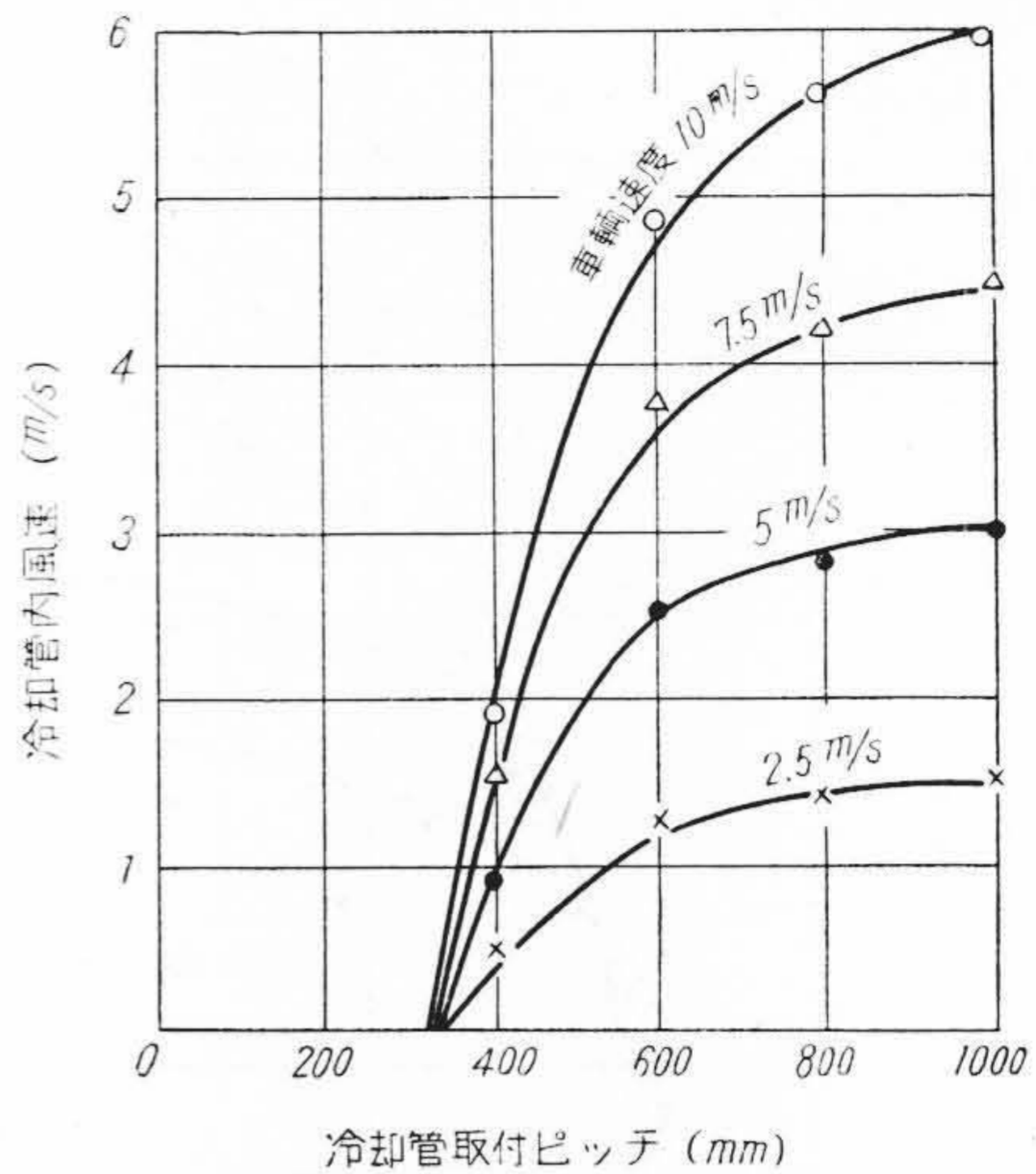
ここに V, P, v, p はそれぞれ冷却管前方のダクトおよび冷却管内の風速および静圧である。 $\xi_1 \cdot v^2/2g$ は前方の通風案内板による後流、案内板の曲り、管内の摩擦などによつて生ずる損失のヘッドを表わしている。

吸出側においては

$$\frac{v'^2}{2g} + \frac{p'}{r} = \frac{v''^2}{2g} + \frac{P'}{r} + \xi_2 \frac{v'^2}{2g} \dots\dots\dots (2)$$

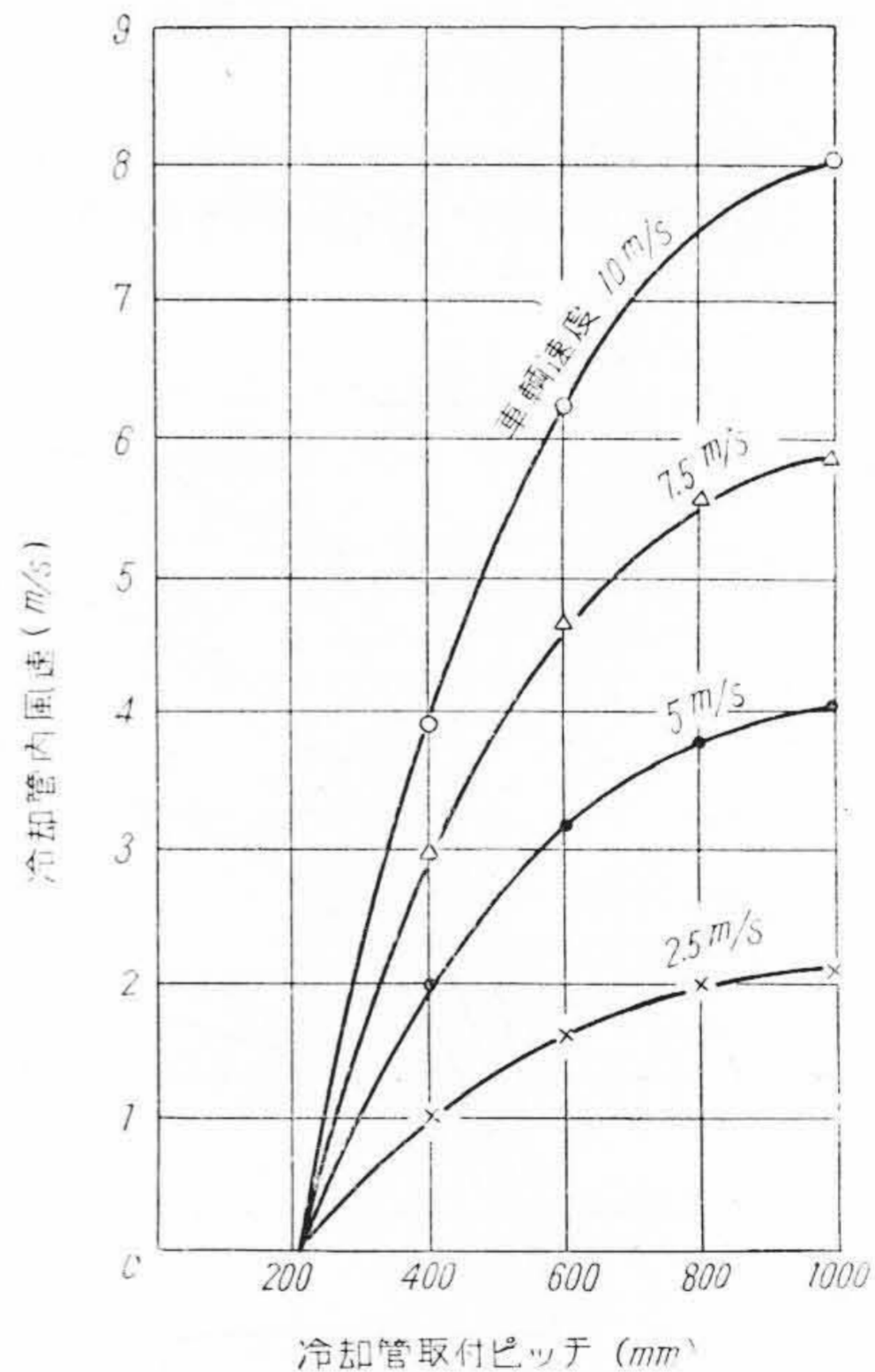
ここに v', p', v'', P' は冷却管内、および冷却管出口の風速、静圧であり、 $\xi_2 \cdot v'^2/2g$ は管出口の曲り、管内摩擦によつて生ずる損失ヘッドである。

押込み、吸出の両方を総合した場合は次式が成立する。



第 8 図 冷却管内風速計算結果 (A型通風案内板)

Fig. 8. Calculated Air Velocity in Cooling Vent-Duct (Guide Type A)

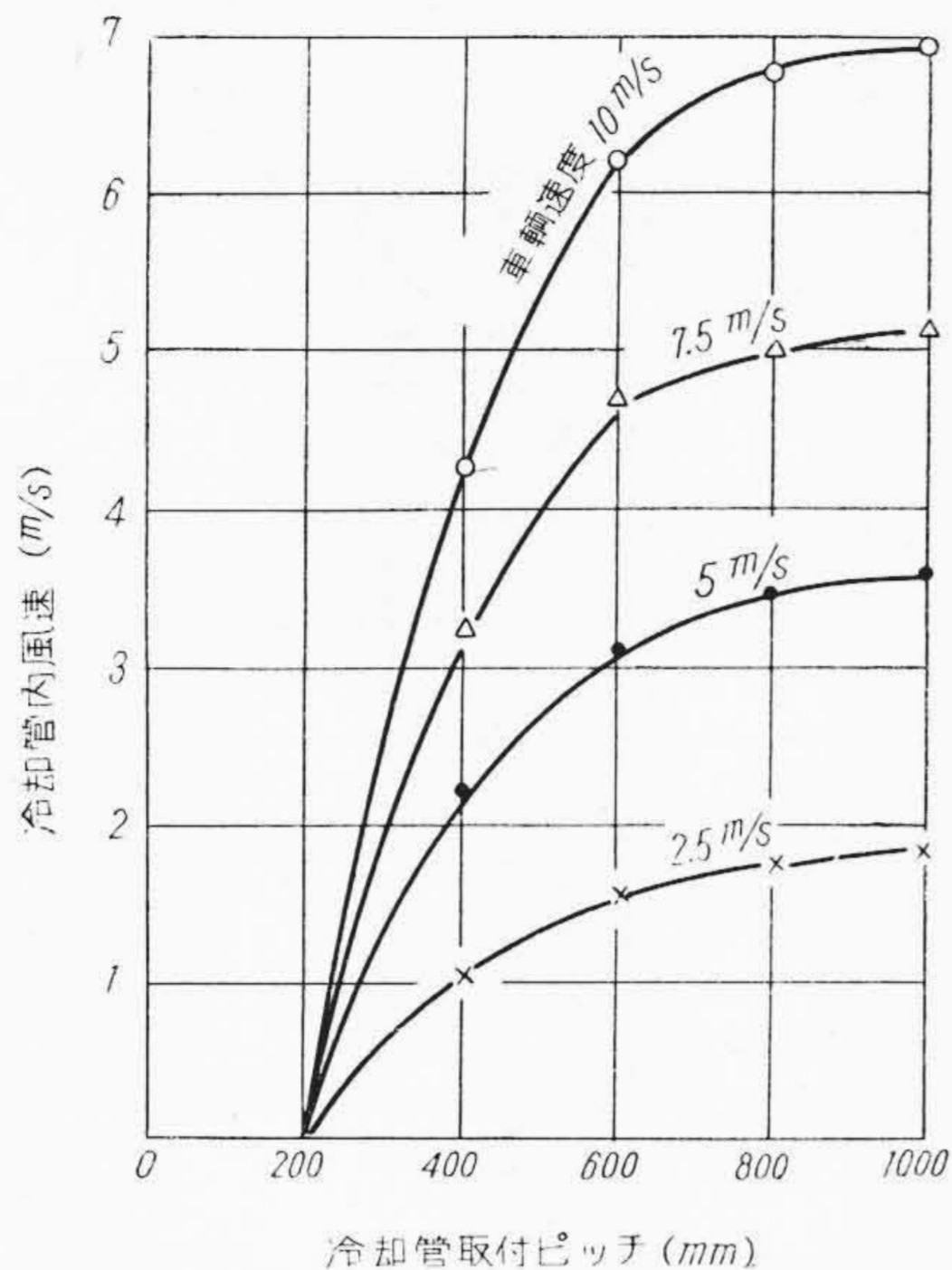


第 9 図 冷却管内風速計算結果 (B型通風案内板)

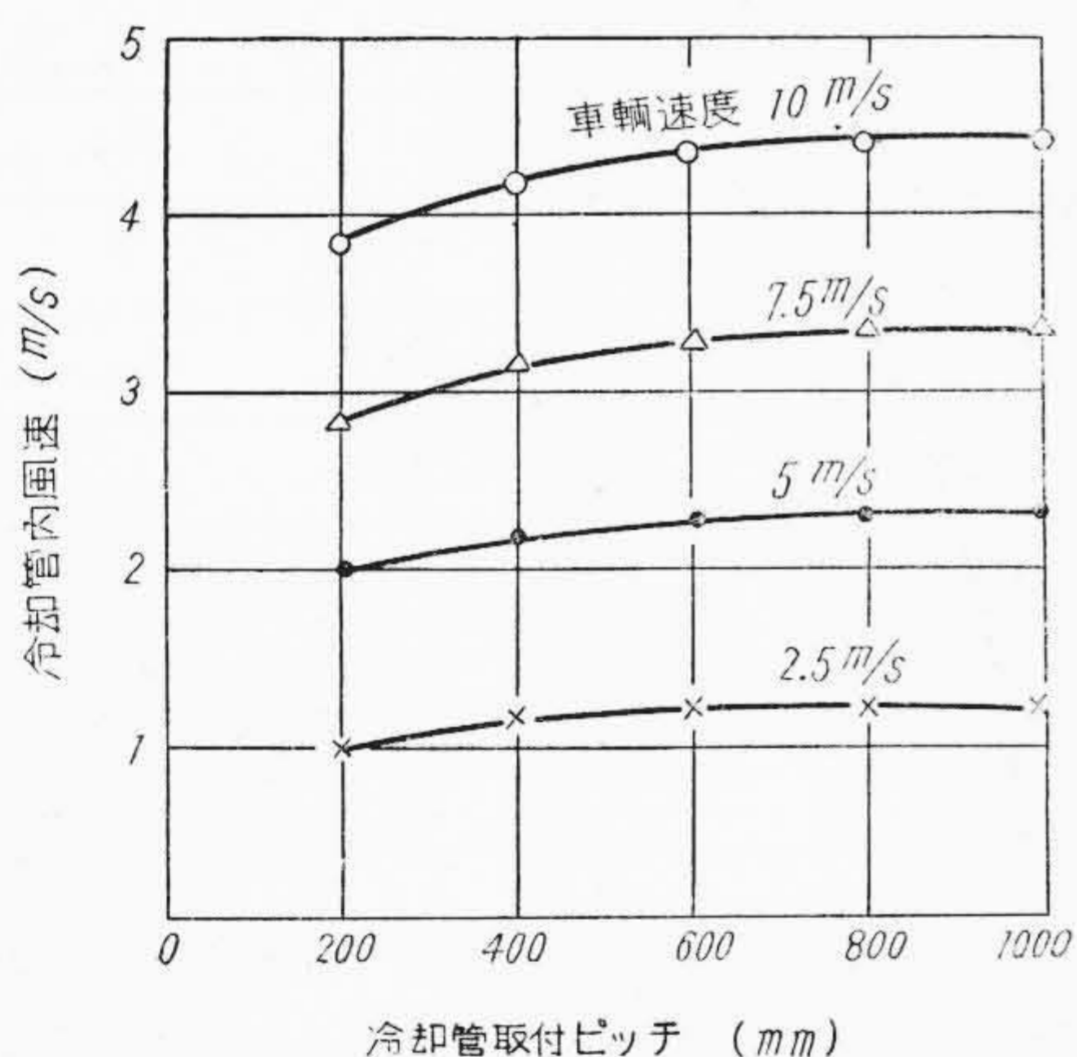
Fig. 9. Calculated Air Velocity in Cooling Vent-Duct (Guide Type B)

$$\frac{V^2}{2g} = \frac{v_0^2}{2g} + \zeta \frac{V^2}{2g} + (\xi_1' + \xi_2') \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (3)$$

ここに V は車外風速、 v_0 は冷却管出口風速、 v は管内風速である。 $\zeta \cdot V^2/2g$ は通風案内板によつて生ずる負圧で(2)式の $p'/2g$ に相当する。 ξ_1', ξ_2' は(1)(2)式の ξ_1, ξ_2 と同様で、管の摩擦損失が異なるので特にダ



第10図 冷却管内風速計算結果 (C型通風案内板)
Fig. 10. Calculated Air Velocity in Cooling Vent-Duct (Guide Type C)



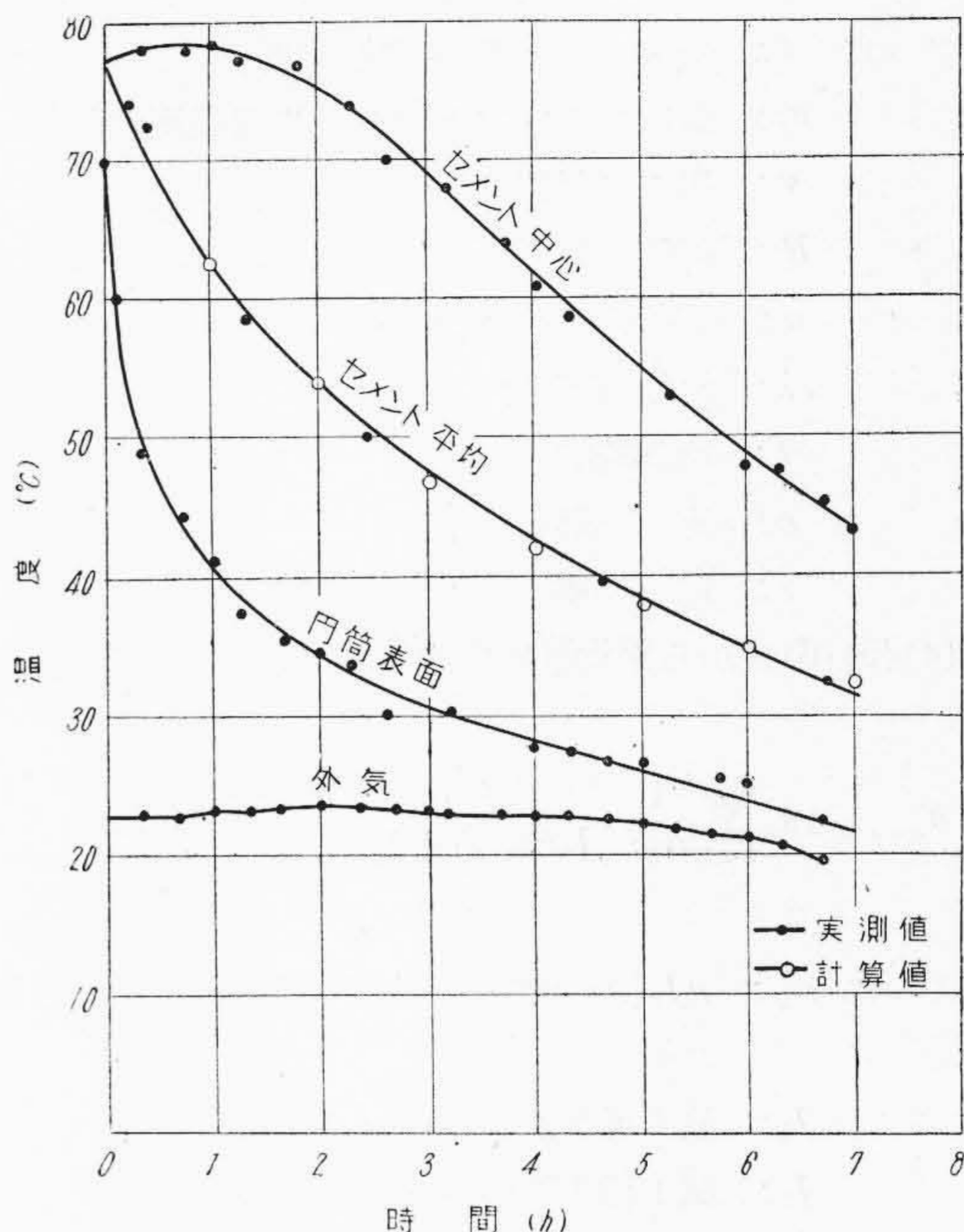
第11図 冷却管内風速計算結果 (D型通風案内板)
Fig. 11. Calculated Air Velocity in Cooling Vent-Duct (Guide Type D)

ッシュをつけた。この内 $V, P, v, p, v', p', P', v''$ はそれぞれ測定可能であり、これより ξ_1, ξ_2 を計算し、管の摩擦損失を補正して ξ'_1, ξ'_2 を求めた。⁽¹⁾ その結果を第8図~第11図に示す。すなわち吸出効果はピッチの小さい場合は期待できないし、ピッチを縮めるためには高さを低くしなければならないことが分る。

[III] 冷却実験

(1) 温度伝導率の算定

一応冷却管内に通風できれば、冷却量を左右するのは冷却管ピッチであり、この面から検討を加える必要が



第12図 円筒内セメント温度の時間的变化
Fig. 12. Time Variation of Cement Temperature in Cylinder

ある。この場合最も大きい要素はセメント自体の温度伝導率であるが、セメントの熱伝導率は文献⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾によつて非常に大幅に変化している。これは勿論温度、比重によつて異なるものであるが、なかんづくセメント粒子間に存在する空気量の多寡がこれを大きく支配すると考えられる。したがつて一応相似の条件の下で冷却実験を行い、これに基づいて冷却能力を検討することが妥当と考えられる。

実験は直径 200 mm, 長さ 1,000 mm の円筒に均一に加熱されたセメントを入れ、衝撃を加えてセメントの詰り方を安定させた後、半径方向に中心より 20 mm おきの温度を銅-コンスタンタン熱電対によつて 20 分ごとに測定し、これより平均温度を算出した。第12図にセメント中心、平均、円筒表面、外気温度の時間的变化を示す。この結果より温度伝導率を求めるべく理論計算を行つてみる。

一般に無限に長い円柱の不定常の熱伝導は次式によつて表わされる。

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = a \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial \theta}{\partial r} \right) \dots \dots \dots (4)$$

表面条件 $r=R$ において

$$\lambda \left(\frac{\partial \theta}{\partial r} \right)_{r=R} = -h \theta_{r=R} \dots \dots \dots (5)$$

初期条件 $t=0$ において

$$\theta = \theta_0 \dots \dots \dots (6)$$

- こゝに θ : セメントと外気温度の差
- θ_0 : 最初のセメント温度と外気温度の差
- r : 円柱の任意の半径
- R : 円柱の外半径
- a : 温度伝導率 $= \lambda / cr$
- λ : 熱伝導率
- t : 冷却時間
- c : 比 熱
- γ : 比 重

(4)(5)(6)式から平均温度を求めると、平均温度 θ_{ave} は

$$\theta_{ave} = 4\theta_0 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{\mu_k^2} \frac{J_1^2(\mu_k)}{J_0^2(\mu_k) + J_1^2(\mu_k)} e^{-\mu_k^2 \frac{at}{R^2}} \dots\dots(7)$$

こゝに μ_k : $\mu J_1(\mu) = RJ_0(\mu)h/\lambda$ を満足する k 番目の根

- J_0 : 第 1 種 0 次のベッセル函数
- J_1 : 第 1 種 1 次のベッセル函数

平均温度の変化から表面伝熱率 h を求めると

$$h = 10.1 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$$

となり、セメントの比重の測定結果から $\gamma = 1,450 \text{ kg/m}^3$ をえたので、比熱を $0.186 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}^{(5)}$ とすれば、 $\lambda = 0.13 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ 、すなわち $a = 0.000482 \text{ m}^2/\text{h}$ が最もよく実験結果に合致している。この関係を第12図に併記した。

さらに円筒法⁽⁶⁾によつても熱伝導率を求めてみると、 $\gamma = 1,550 \text{ kg/m}^3$ 、 $\lambda = 0.146 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ がえられ、これより算出した $a = 0.000506 \text{ m}^2/\text{h}$ は冷却実験より高くなつてはいるが、安全側をとつて前者を計算に用いた。

(2) 冷却に対するピッチの影響

セメントカー内のセメントは、外板に接する部分、すなわち側板、妻板、取出口附近および天井附近は走行中にそれぞれ近くの表面によつて冷却され、その残りの部分が冷却管によつて冷却される。

冷却管に対しては第13図のごとき立方体を考え、熱は側板と冷却管の両面に移動すると考えれば次式が成立する。

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = a \left(\frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} \right) \dots\dots(8)$$

境界条件 $x = X$ において

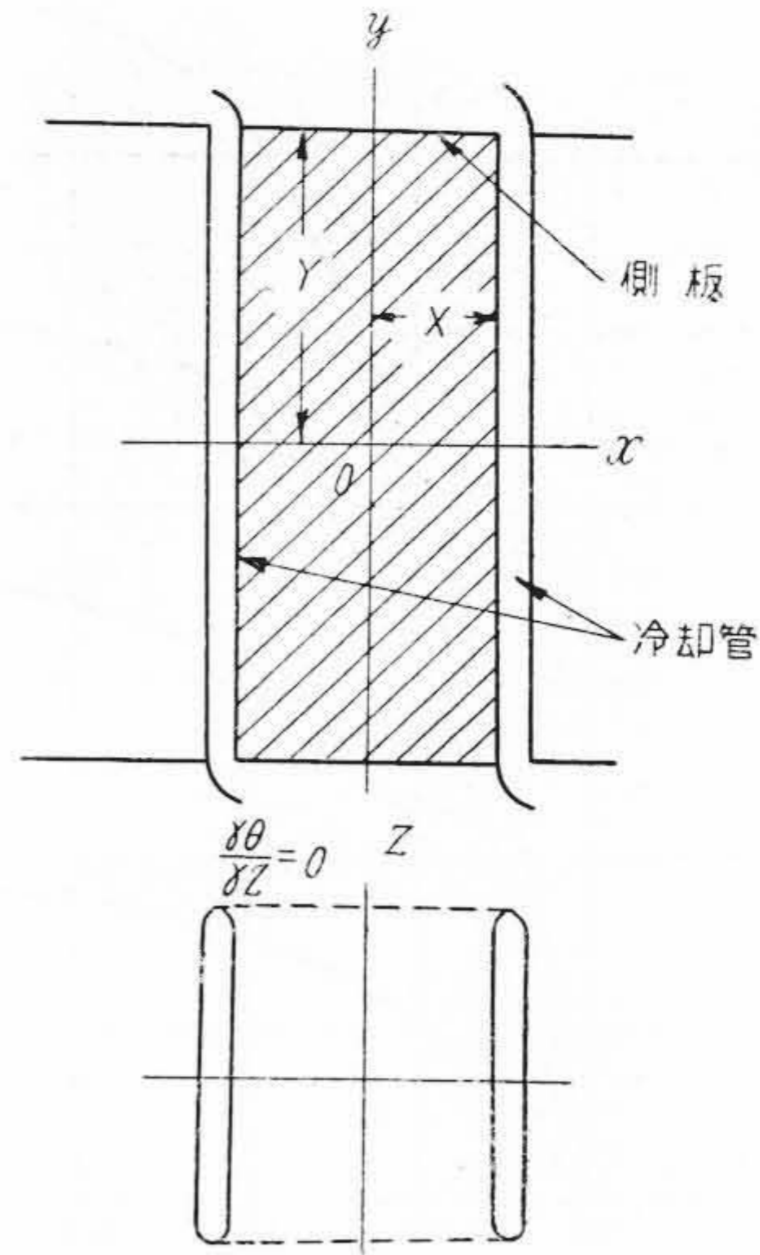
$$\lambda \left(\frac{\partial \theta}{\partial x} \right)_{x=X} = -h\theta_{x=X} \dots\dots(9)$$

$y = Y$ において

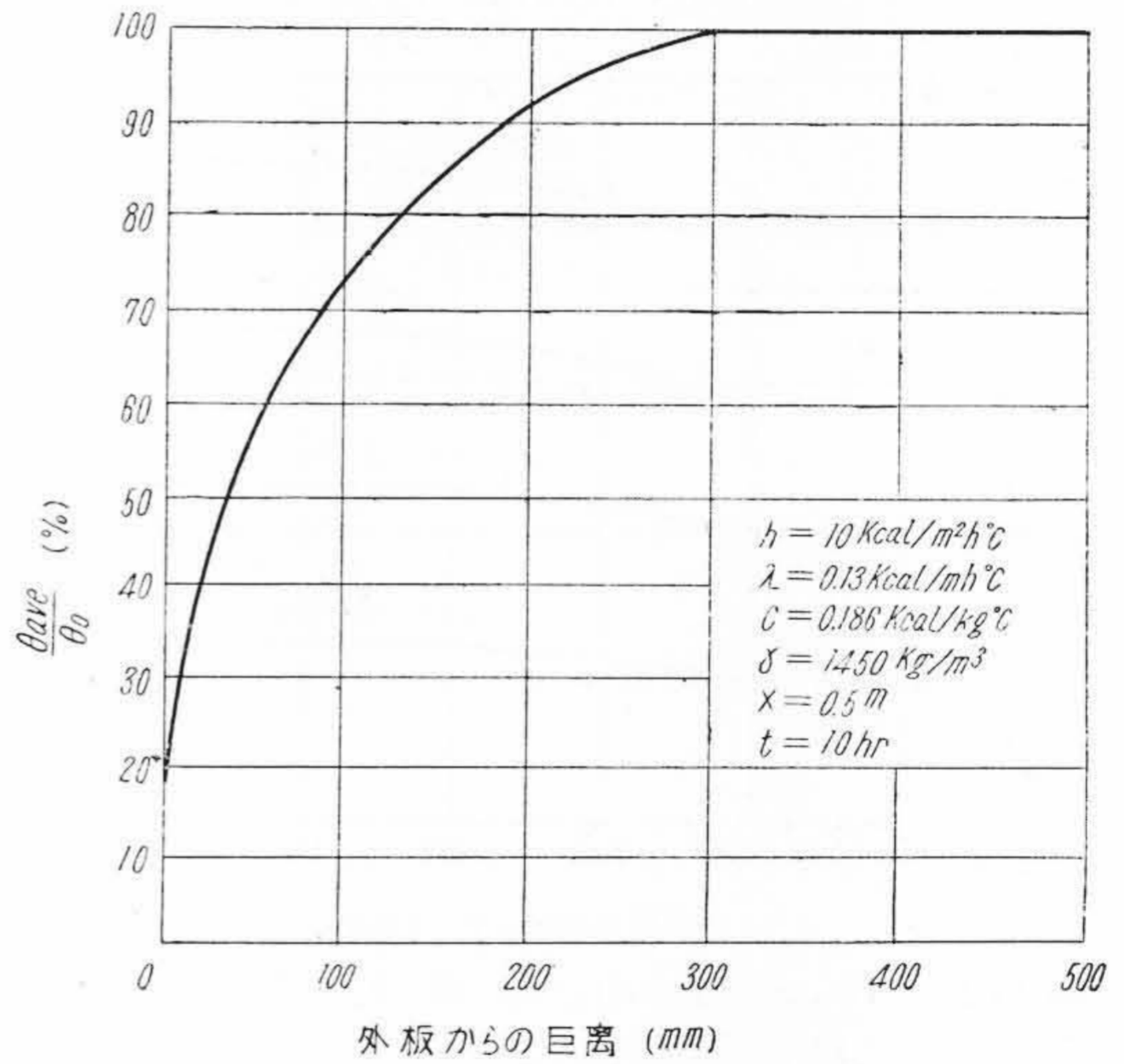
$$\lambda \left(\frac{\partial \theta}{\partial y} \right)_{y=Y} = -h'\theta_{y=Y} \dots\dots(10)$$

初期条件 $t = 0$

$$\theta = \theta_0 \dots\dots(11)$$



第 13 図 記 号
Fig.13. Notation of Cooling Vent-Duct for Calculation



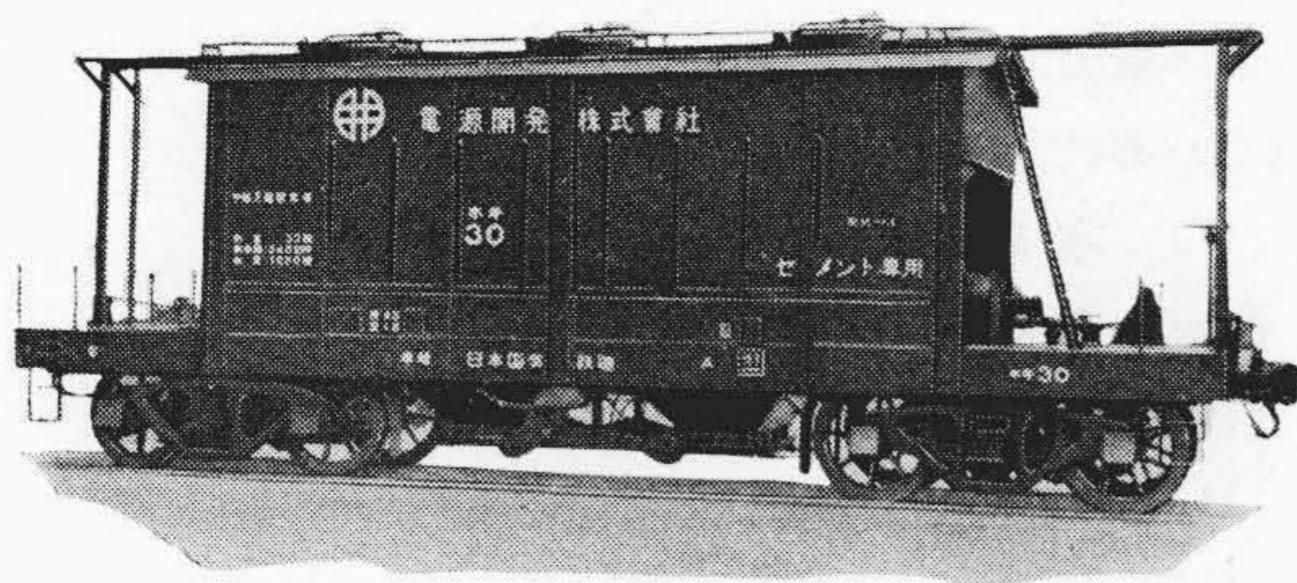
第 14 図 計算による外板附近の温度分布
Fig.14. Calculated Temperature Distribution of Cement Near to Hopper Wall

これより平均温度を表わす式を導けば

$$\theta_{ave} = \frac{\theta_0}{XY} \int_0^Y \int_0^X \sum_{k=1}^{\infty} \frac{2 \sin \delta_k}{\sin \delta_k \cos \delta_k + \delta_k} e^{-\frac{a \delta_k^2 t}{X^2}} \cos \left(\delta_k \frac{x}{X} \right) \sum_{m=1}^{\infty} \frac{2 \sin \nu_m}{\sin \nu_m \cos \nu_m + \nu_m} e^{-\frac{a \nu_m^2 t}{Y^2}} \cdot \cos \left(\nu_m \frac{y}{Y} \right) dx dy \dots\dots(12)$$

δ_k : $\delta_k \sin \delta_k = X \cos \delta_k h / \lambda$ を満足する k 番目の根

ν_m : $\nu_m \sin \nu_m = Y \cos \nu_m h' / \lambda$ を満足する m 番目の根



第15図 横型通風冷却管つきセメントカー
Fig.15. Coverd Hopper Cement Car with Transverse Type Cooling Vent-Duct

第1表 冷却管取付ピッチとセメント温度降下の関係 (計算値)

Table 1. Relation between Pitch of Cooling Vent-Duct and Temperature Drop of Cement (By Calculation)

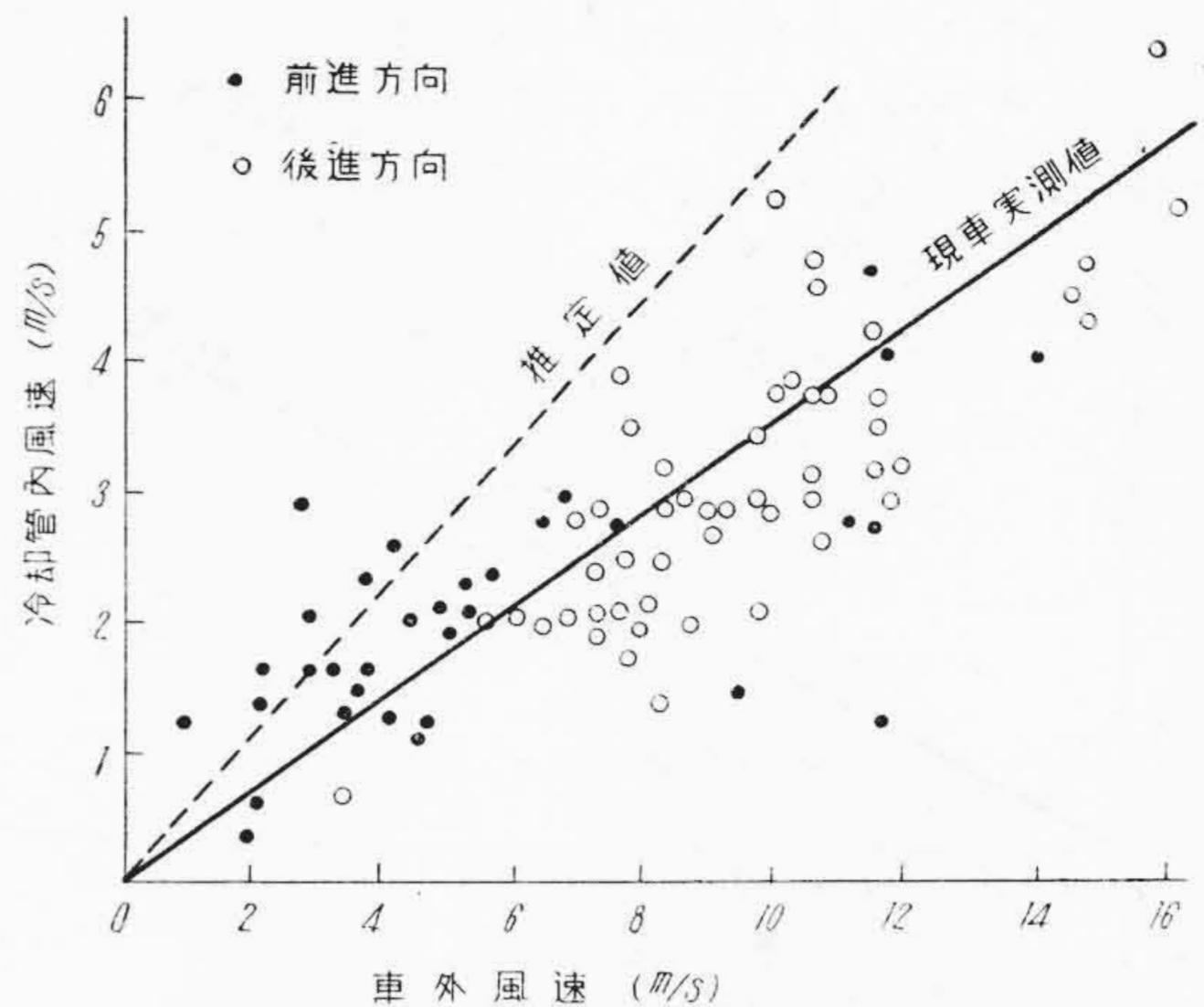
ピッチ	θ_{ave}/θ_0
400	0.74
500	0.77
600	0.79
700	0.81

また外板に接する部分は $\partial^2\theta/\partial y^2$ の項のない式として考えることができる。すなわち冷却範囲を定めるために、一応温度分布を求めると

$$\theta = 2\theta_0 \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\sin \delta_k}{\sin \delta_k \cos \delta_k + \delta_k} e^{-\frac{\delta_k^2}{X^2} \frac{at}{X^2}} \cos\left(\delta_k \frac{x}{X}\right) \dots (13)$$

ここに X 軸は熱の移動方向にとり、 X は対称の位置から外板までの距離である。冷却管の配列、ピッチの決定には一応輸送時間を想定する必要がある、ここでは平均時速 25 km/h, 4 時間走行, 6 時間停車とした。外板の冷却範囲を(13)式により計算した 1 例を第14図に示す。これによると冷却範囲は大体壁より 300 mm までであり、冷却管のピッチ、配列の決定にはこれを考慮する必要がある。

セメントカー積込容積の約 40% を外壁の冷却範囲、45% を冷却管の冷却範囲として一応計算してみると、その各ピッチに対する冷却能力は第1表のごとくなる。したがって構造上許される範囲で以上のことを目安とし、さらにアーチングを考慮しピッチを大体 500 mm 通風案内板は B 型に近似させて設計を行い、第15図のごときセメントカーを製作した。



第16図 冷却管内風速試験結果 (横型冷却管)

Fig.16. Test Result of Velocity in Cooling Vent-Duct (Transverse Type)

[IV] 現車試験

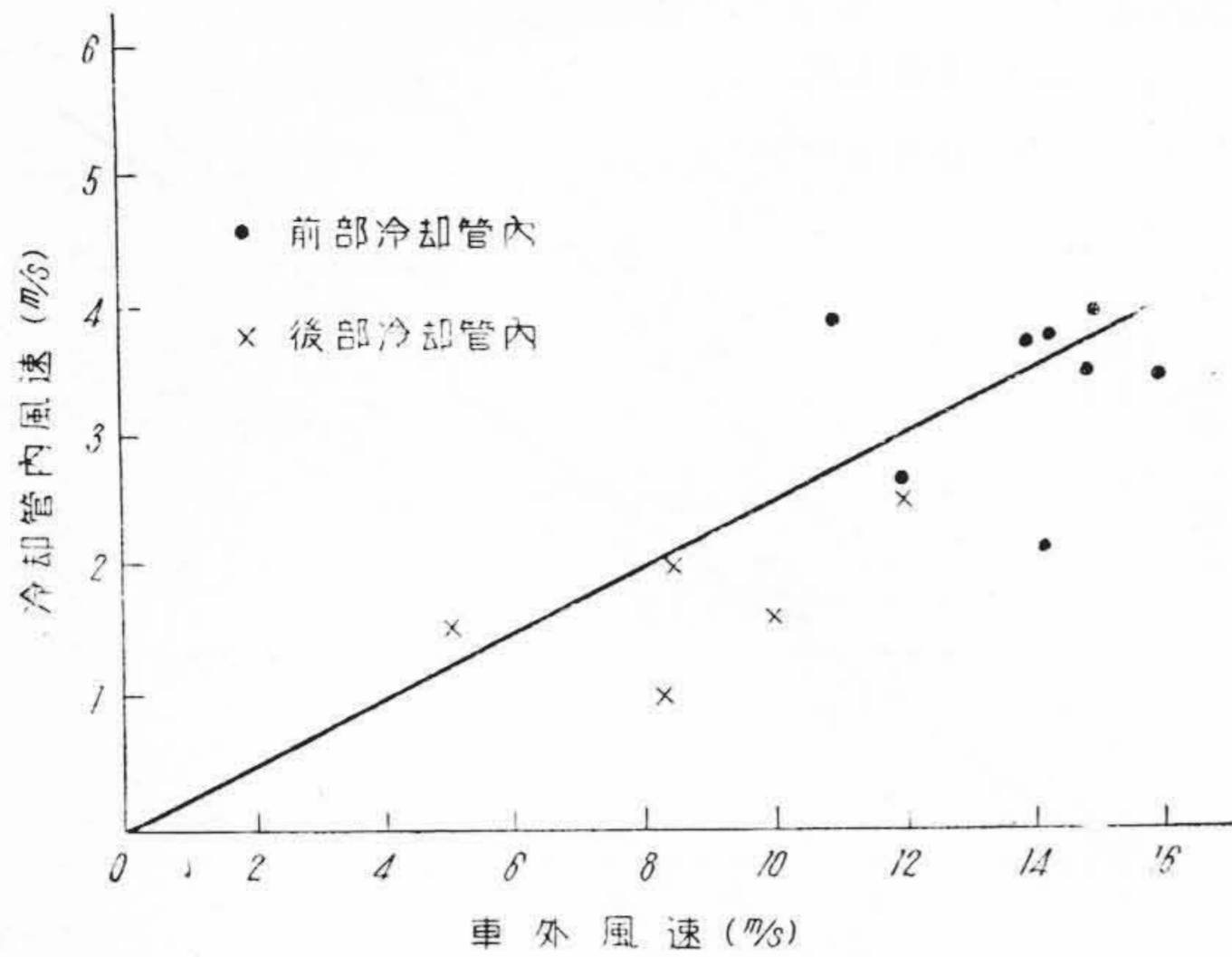
実験室にてえられたデータを基にして設計、製作されたセメントカーについて、冷却管風速および冷却量の測定を行うことは、将来この種の車輛設計の資料として必要であるため、冷却管内風速については工場内専用線において、冷却量測定は電源開発株式会社、東京都水道局および日本セメント株式会社の御好意により、日本セメント西多摩工場より東京都氷川町小河内ダムまでのセメント輸送時に行つた。

(1) 通風試験

冷却管内風速の測定はなるべく停車時の風の方向が車輛進行方向と一致する日を選び、4 輛連結して、中間の車輛の冷却管について、前進時、後進時の冷却管内風速を熱線風速計を用いて測定し、車外風速は前部車輛の影響の最も少いと考えられるセメントカー上部において、アネモメータを使用して測定した。

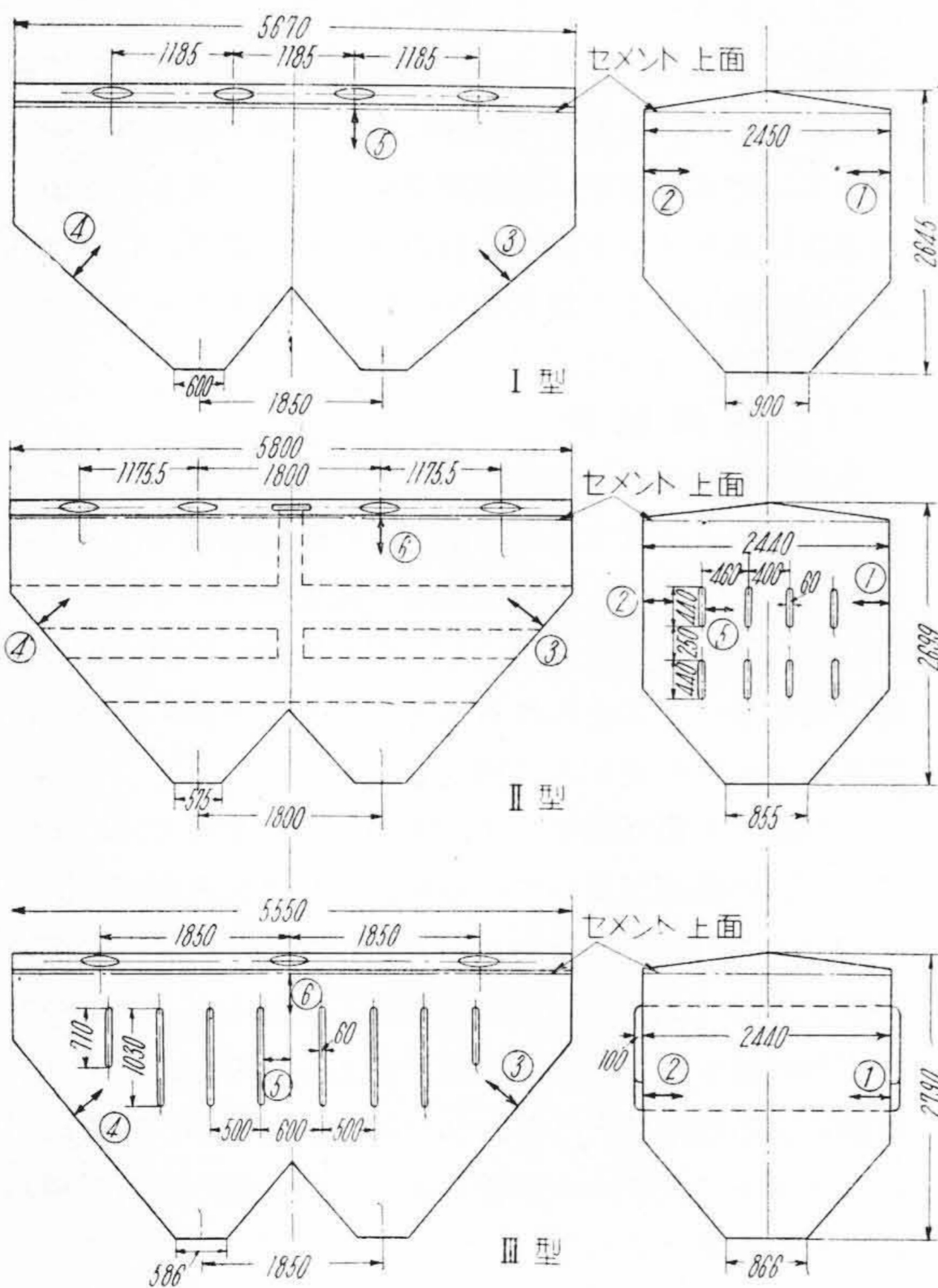
この結果を第16図に示す。実測値中、進行方向によつて冷却管内風速が異つているが、これは風速測定位置が冷却管の入口に近い場合、押込側になつた場合、渦流の影響をうけて大きく出たものと考えられる。したがって吸出側の値をとつた方が妥当と考えられる。なおダクト実験による推定値とはかなりの開きがあるが、実験に用いたダクトの大きさの影響および前部車輛の影響が現われたものと考えられる。

さらに参考のために第17図 (次頁参照) に縦方向に冷却管を貫通させたセメントカーの冷却管内風速を掲げる。これは後述するセメントカー温度測定時に現地で測つたものであり、この場合風はセメントカーの前部車輛の影響の少くなる方向から吹いたため非常に有利な条件



第 17 図 冷却管内風速試験結果 (縦型冷却管)

Fig. 17. Test Result of Velocity in Cooling Vent-Duct (Longitudinal Type)



第 18 図 セメントカーのセメント積載主要部および温度測定位置

Fig. 18. Main Dimensions of Cement Hoppers and Measuring Points of Cement Temperature

で測定されたこととなり、かなり大きな風速になっているが、横方向に冷却管をつけたものに比すればかなり劣っている。

(2) 冷却試験

測定の対象となつたセメントカーは

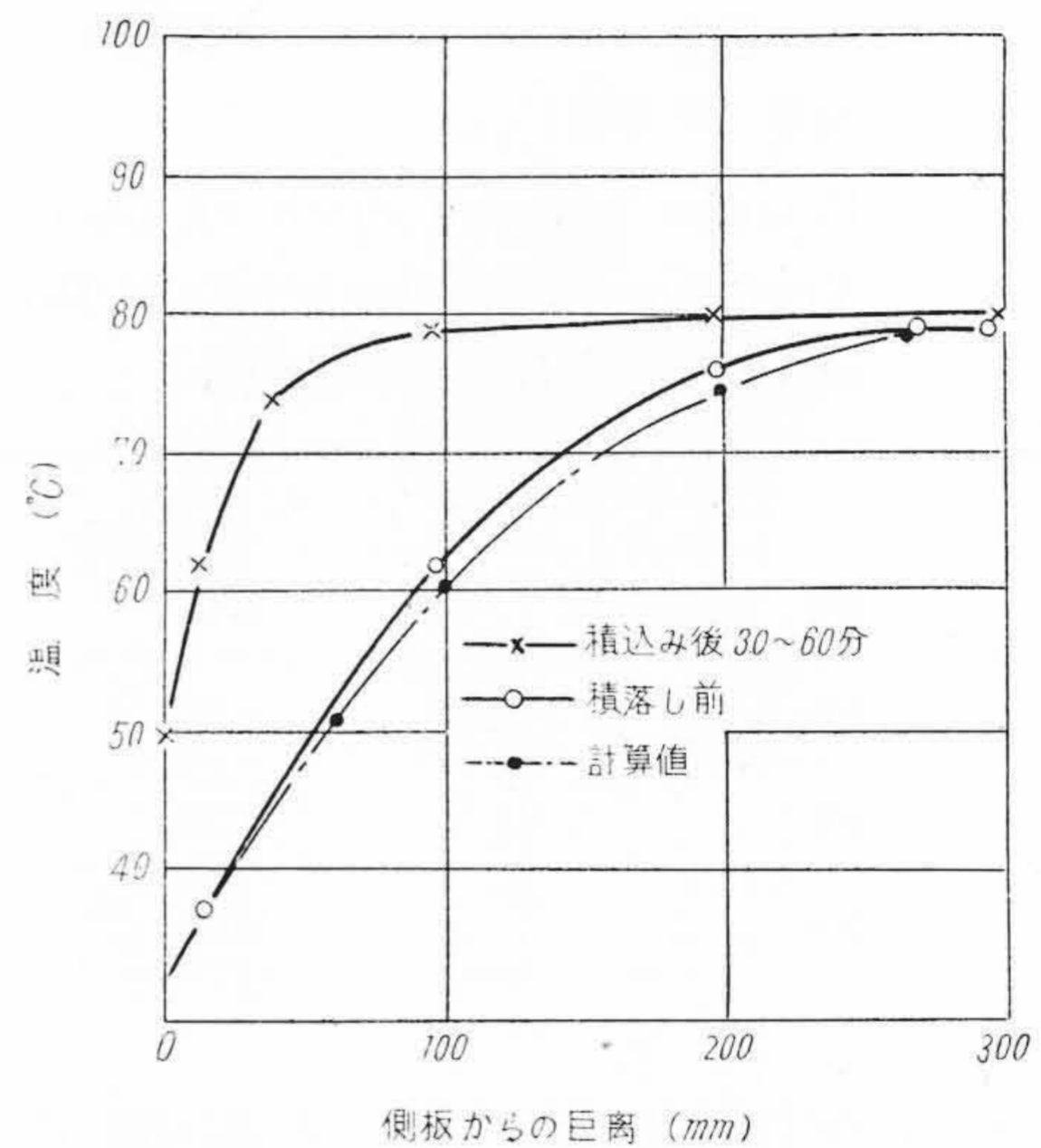
(A) 冷却管を有しないもの (I 型)

(B) 縦方向に冷却管を有するもの (II 型)

(C) 横方向に冷却管を有するもの (III 型)

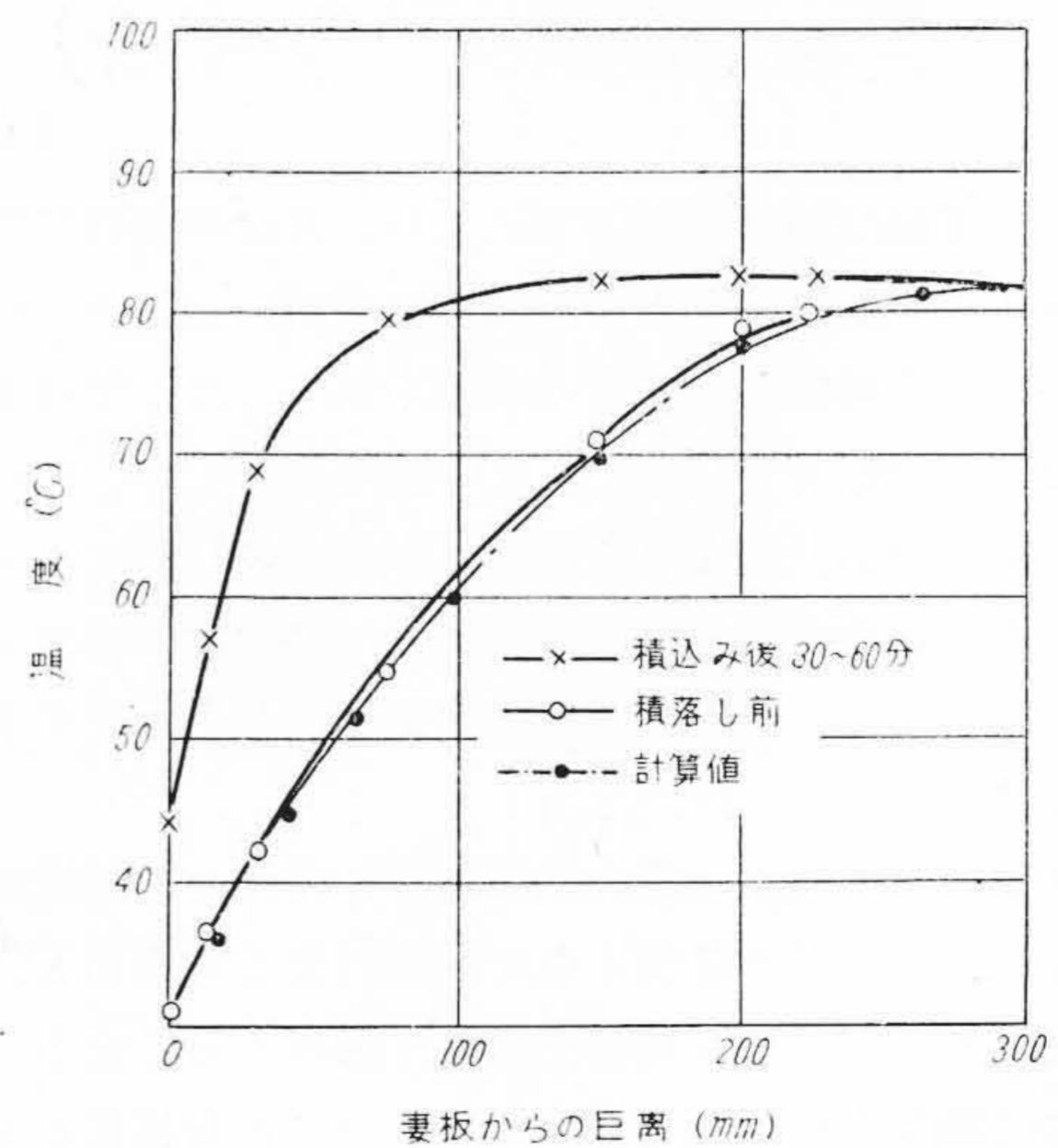
でその積載主要部の概略は第 18 図に示すごとくである。

温度測定は積込直後および積落し直前の第 4 図①より⑥に示す箇所のセメント温度分布を、クロメル-アルメル熱電対を用いて行つた。



第 19 図 セメント温度分布 (I 型①)

Fig. 19. Temperature Distribution of Cement (Type I Position ①)



第 20 図 セメント温度分布 (I 型③)

Fig. 20. Temperature Distribution of Cement (Type I Position ③)

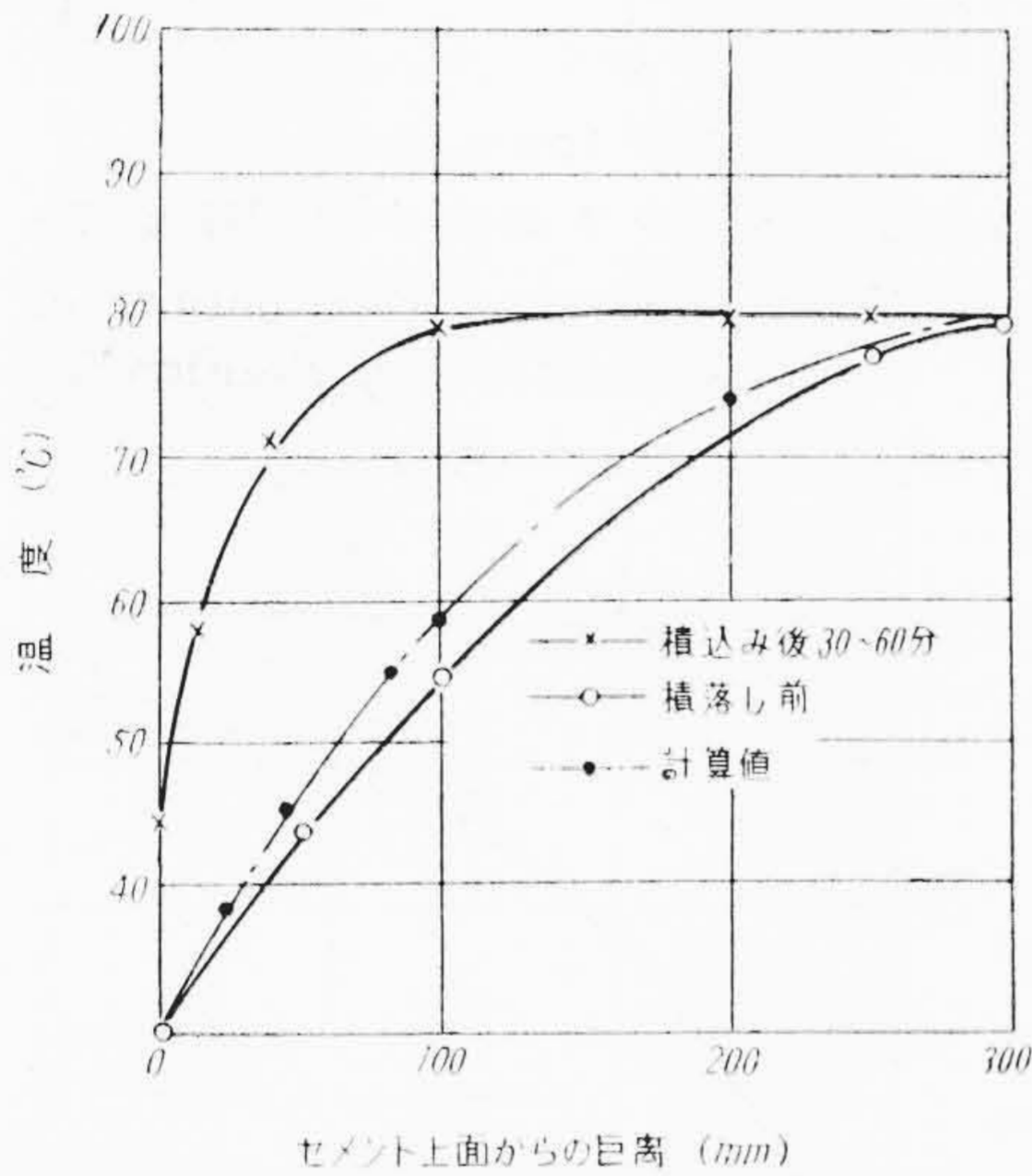
積込みは昭和29年8月18日午前7時から始められ、積落しは翌日午前8時から始められている。この間走行は約3時間である。積込み、積落し時の温度分布の数例を第19図～第28図に示す。

さらに設計時使用した熱常数を用いて計算した値と比較すれば、最も仮定の少い外板附近において計算値と実測値は一致している。これを各セメントカーについて検討を加えると、I型に対しては側板および妻板附近の温度は最も計算値に近い。天井側では多少の測定誤差があるが平均温度にはほとんどひきかぬ程度である。II型は側板附近の温度分布は計算値とよく一致している。妻板

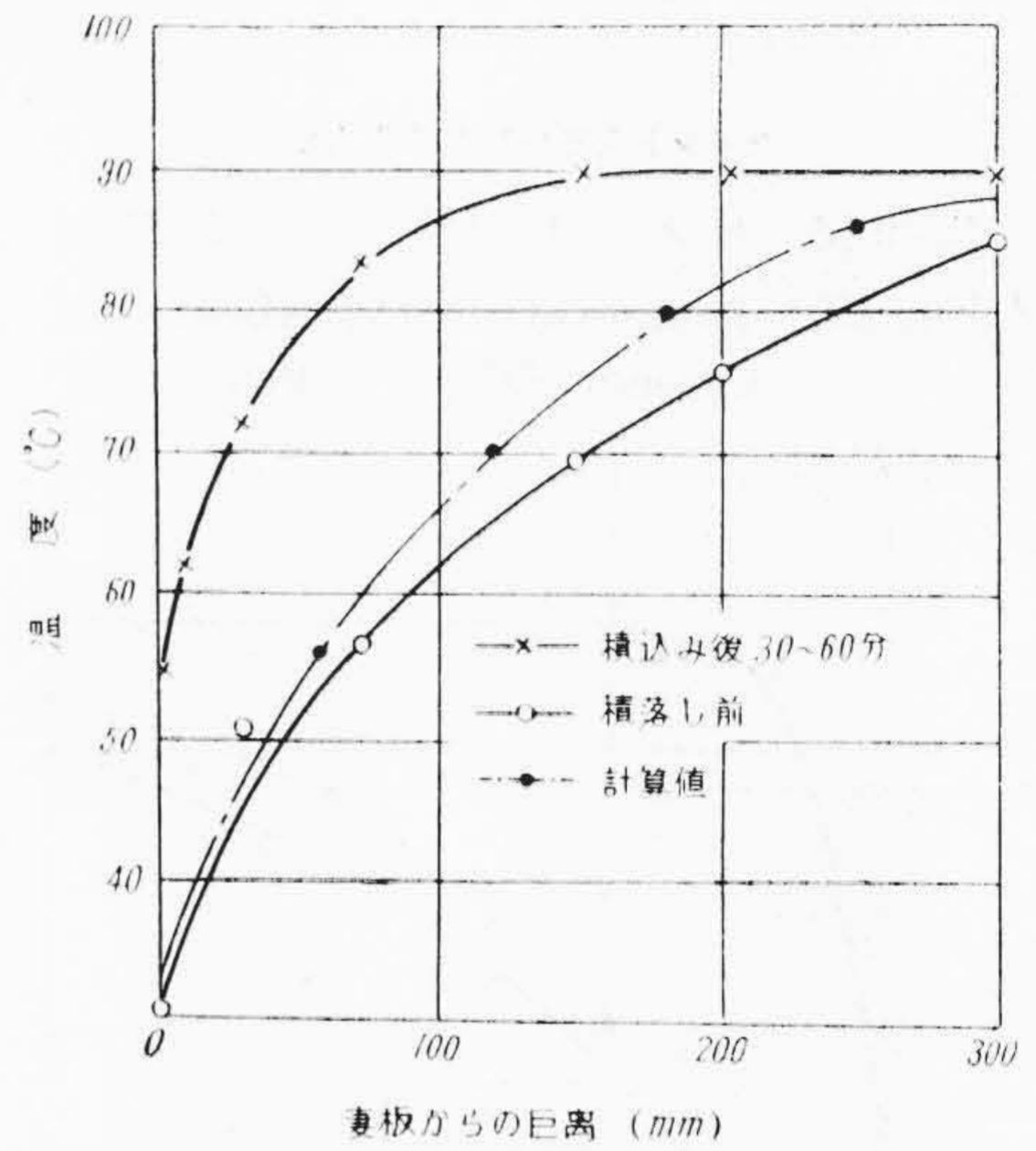
(傾斜部)附近の温度分布の計算値との相異は測定位置が冷却管の真中になつたためである。冷却管の間の温度分布自体は計算値と異つているが、これは位置による測定誤差かと考えられる。しかしその平均温度ではほぼ一致している。

III型に対しても妻板附近は計算値と実測値はよく一致し、側板附近では熱移動が2方向にわたるため測定点の位置による誤差が表われたものと考えられる。天井側では多少測定誤差が見られる。これはI型と同様に取扱うのが妥当であろうと考える。

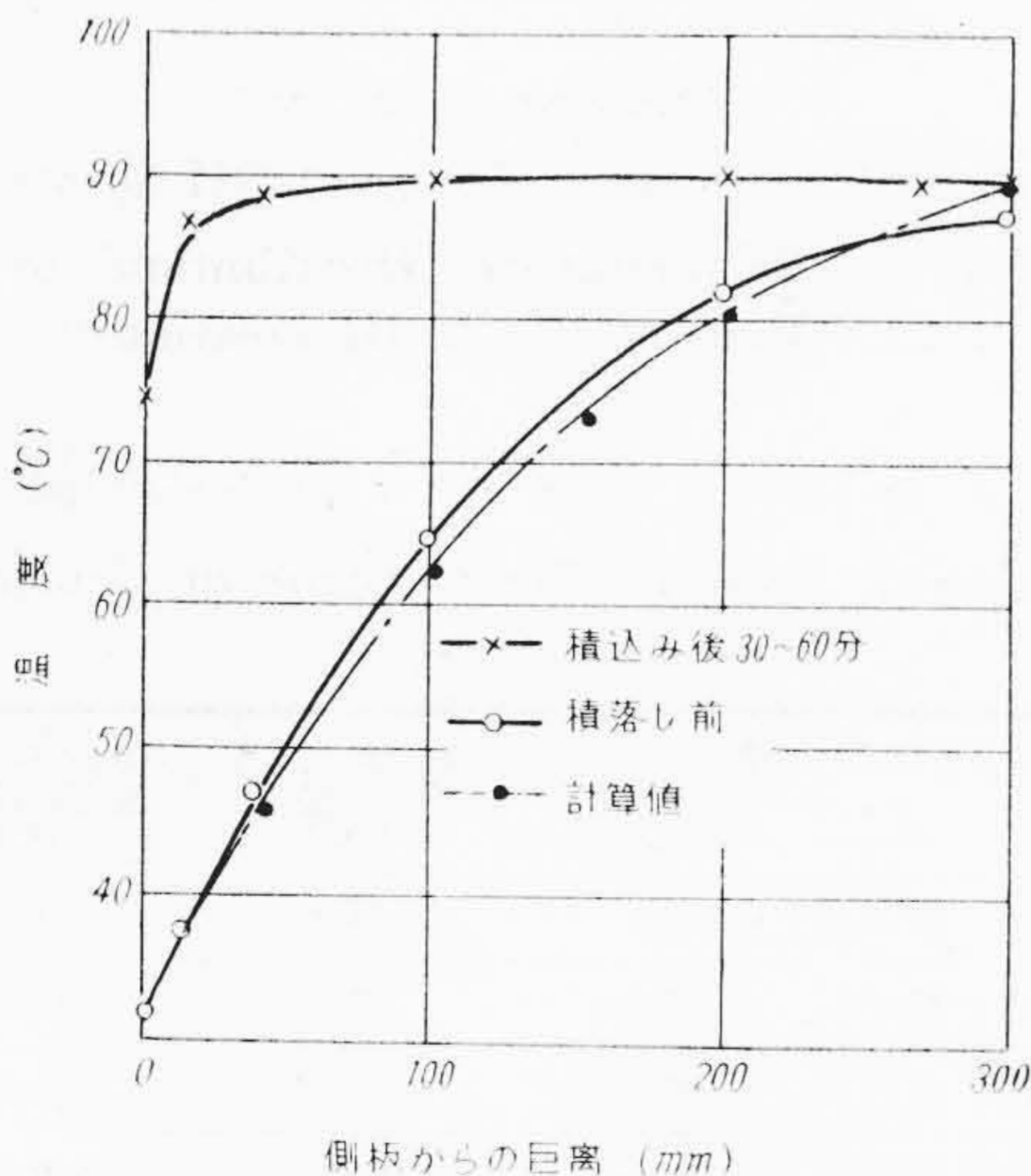
以上のごとく実測値は計算値とほぼ同様な温度分布を



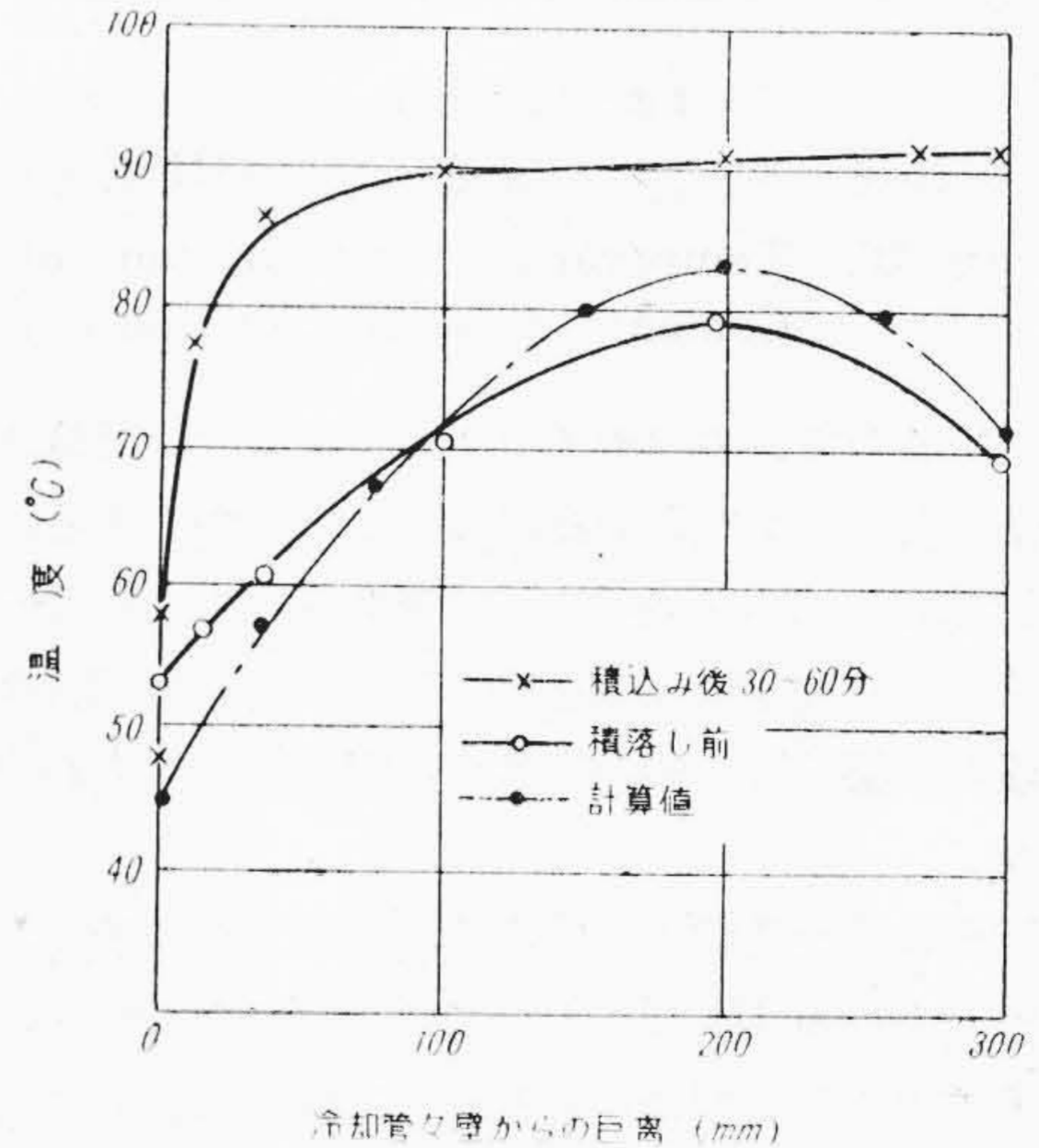
第21図 セメント温度分布 (I型⑤)
Fig. 21. Temperature Distribution of Cement (Type I Position ⑤)



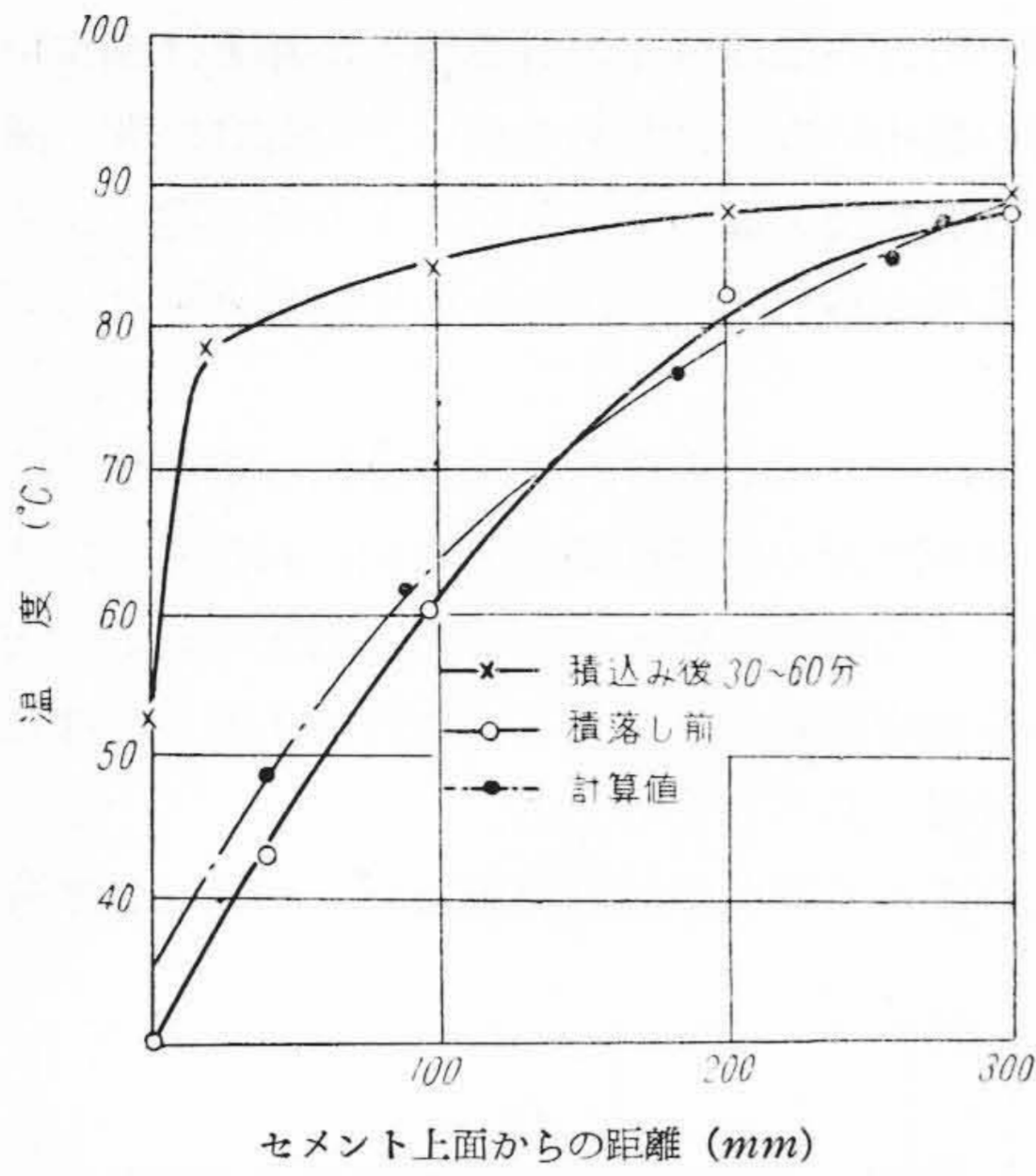
第23図 セメント温度分布 (II型③)
Fig. 23. Temperature Distribution of Cement (Type I II Position ③)



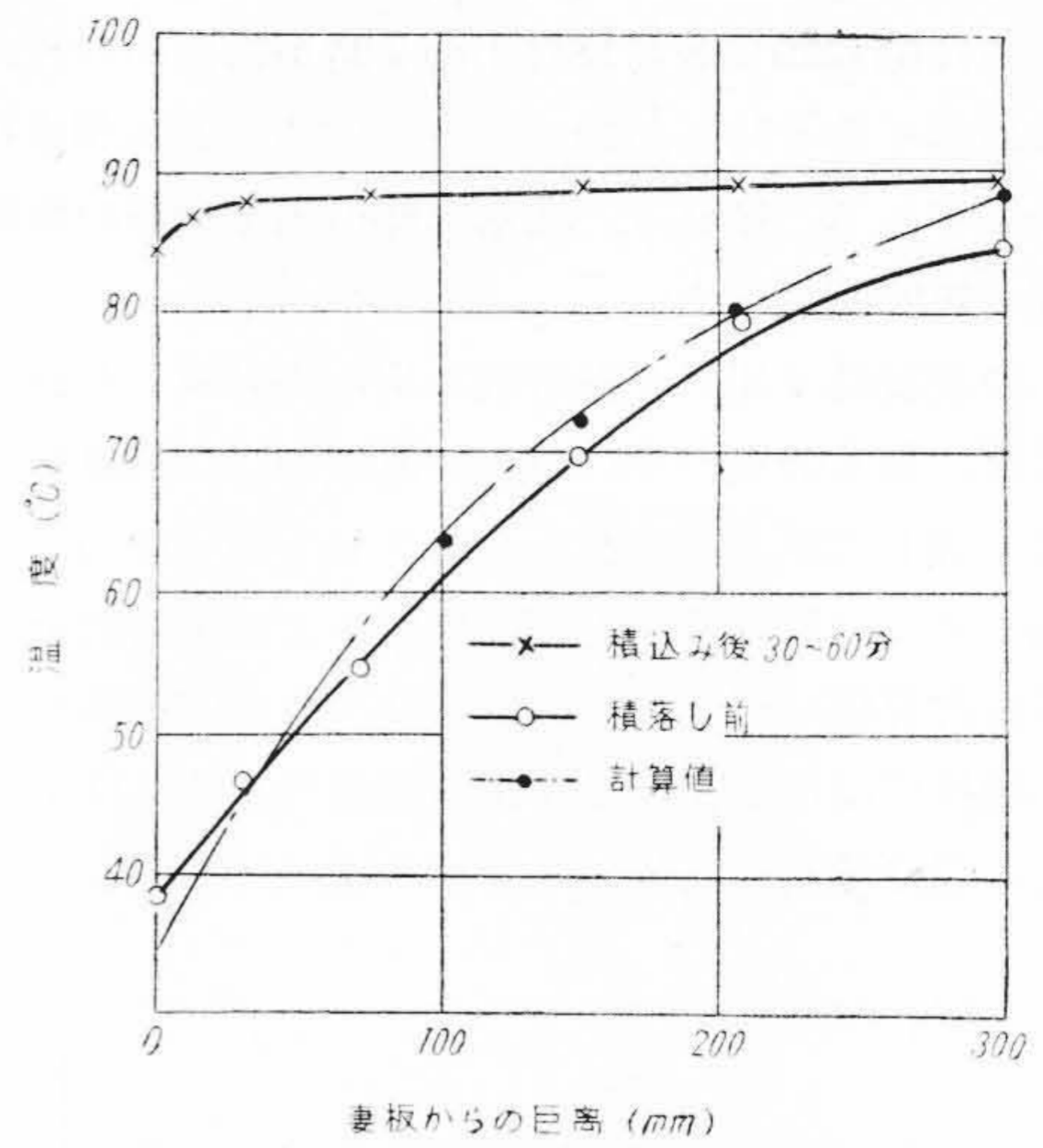
第22図 セメント温度分布 (II型②)
Fig. 22. Temperature Distribution of Cement (Type II Position ②)



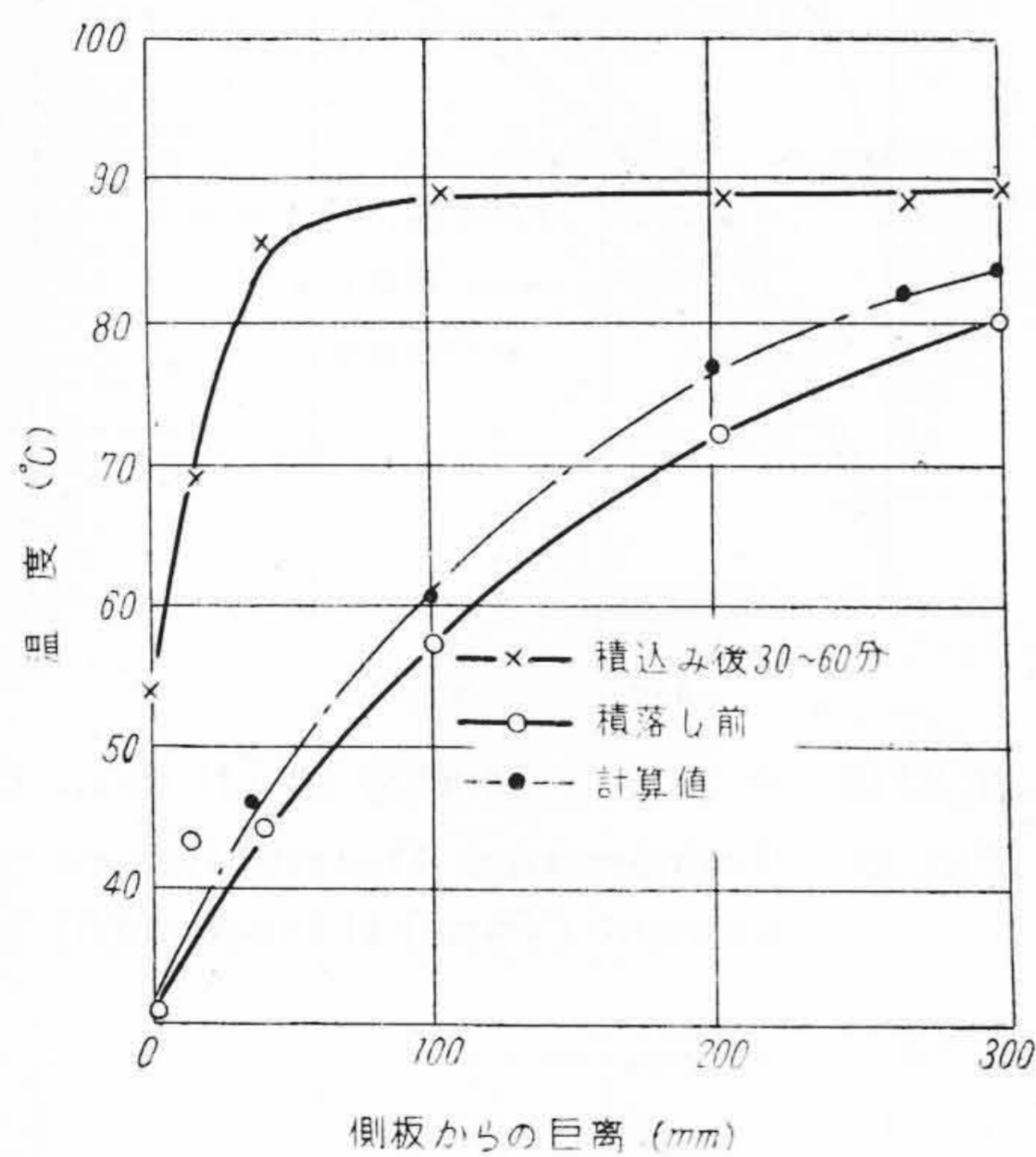
第24図 セメント温度分布 (II型⑤)
Fig. 24. Temperature Distribution of Cement (Type II Position ⑤)



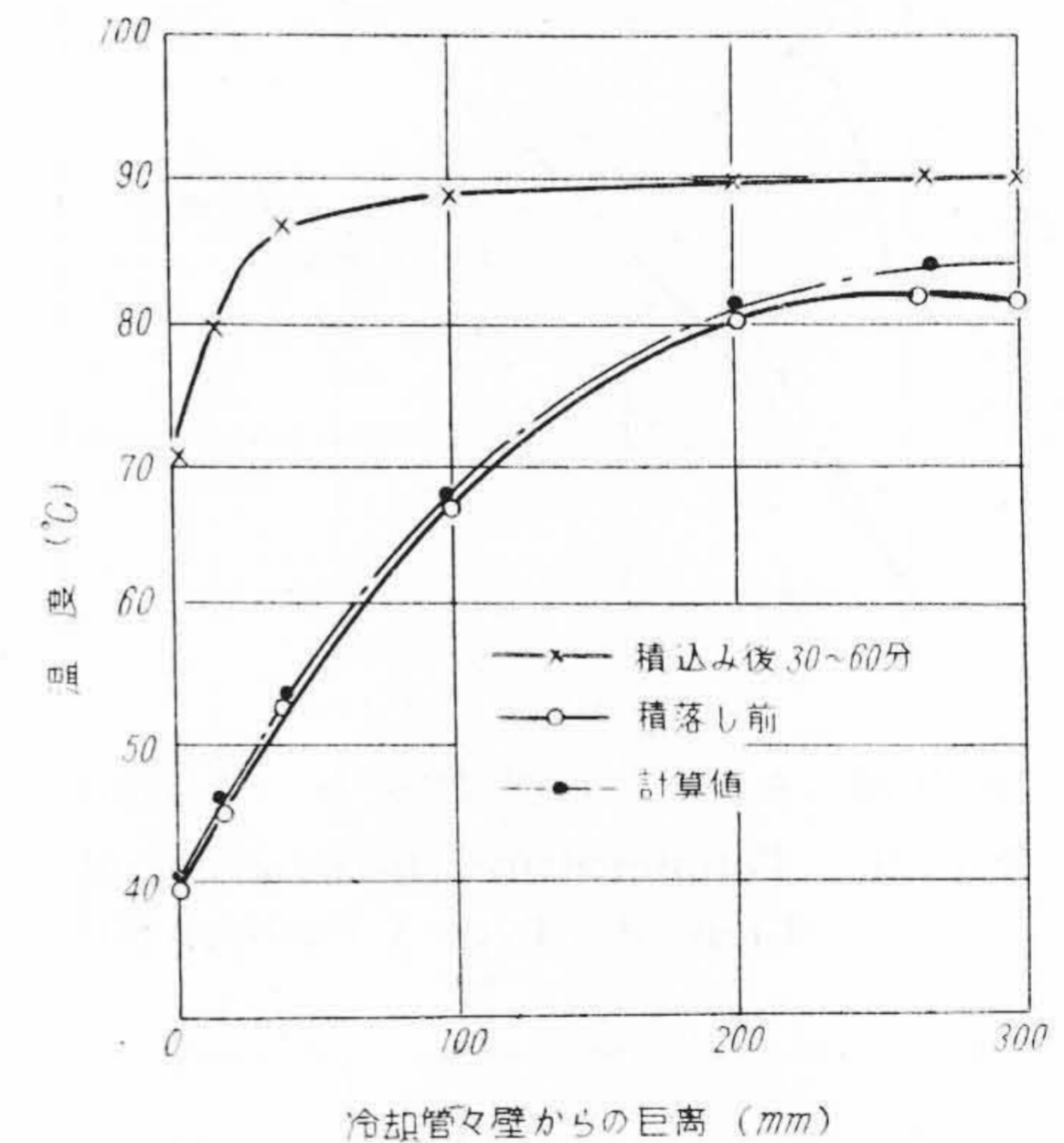
第 25 図 セメント温度分布 (II 型⑥)
Fig. 25. Temperature Distribution of Cement (Type II Position⑥)



第 27 図 セメント温度分布 (III 型③)
Fig. 27. Temperature Distribution of Cement (Type III Position ③)



第 26 図 セメント温度分布 (III 型①)
Fig. 26. Temperature Distribution of Cement (Type III Position ①)



第 28 図 セメント温度分布 (III 型⑤)
Fig. 28. Temperature Distribution of Cement (Type III Position ⑤)

示しているのので、車内セメントの平均温度の計算は実測値を基として(12)式と同様に取り扱うことができる。これらを計算した結果を表示すれば第 2 表のごとくなる。ここに積込み直前温度は積込時、外板および冷却管などの熱容量の影響のない中心部数点の温度平均で表わすことにした。

本試験は走行時間より停車時間がはるかに長く、走行中に冷却を計る III 型にとっては不利であつたが、停車時の風速によつて対流が行われ、I, II 型に比して冷却量が多く、通風量として最初計画したよりは下まわつた値となつてはいるが、冷却状態は計算結果とほぼ一致し、十分の冷却能力をもつことが実証された。

第 2 表 各セメントカーのセメント平均温度
Table 2. Average Temperature of Cement in Cement Cars

セメントカー型式	積込み直前平均温度 (°C)	積落し前平均温度 (°C)	輸送中平均温度降下 (°C)
I 型	82.5	74.3	8.2
II 型	90.0	72.8	17.2
III 型	90.0	70.0	20.0
I 型*	90.0	81.0	9.0

「備考」 I 型* は積込み直前温度を 90°C と考えた場合の推定値である。

外気温度平均：約 30°C

〔V〕 結 言

以上セメントカーの冷却管に関して行つた研究過程について述べたが要約すれば

- (1) セメントカーに冷却管を付けて冷却を計るとすれば、冷却管を側板に直角につけた横型が縦型に比してあらゆる面ですぐれている。
- (2) 横型にする場合、冷却管のピッチは400mm以上ならば通風案内板は100mm高さでよく、その形状は空気力学的に風損の少ないものを選ぶべきであり、そしてその配置は熱伝導の微分方程式から検討を加えればよい。
- (3) 一応伝熱の常数として $\lambda=0.13 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$, $r=1,450 \text{ kg/m}^3$, $C=0.186 \text{ kcal/kg}^\circ\text{C}$ として求めた温度伝導率を用いて計算して温度を推定することができる。

である。なお熱伝導率に関してはさらに精密な測定を要し、見かけ比重(空隙率)、温度との関係を求めるなど検討の余地が残されているが、一応の測定値としてここに掲げ、他日この精密な測定を行うつもりである。

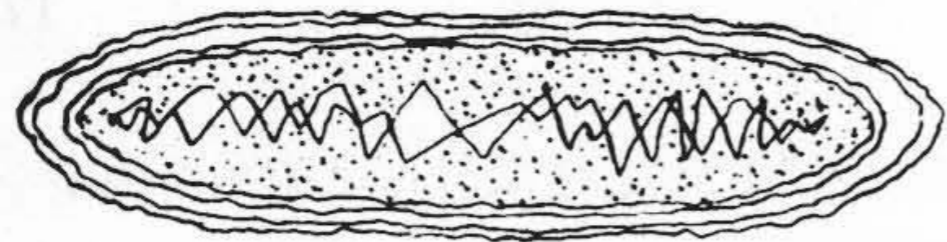
最後に本研究に関し御指導御協力を賜つた電源開発株式会社および種々御便宜を計つて頂いた東京都水道局、日本セメント株式会社の各位に深甚の謝意を表する次第である。

参 考 文 献

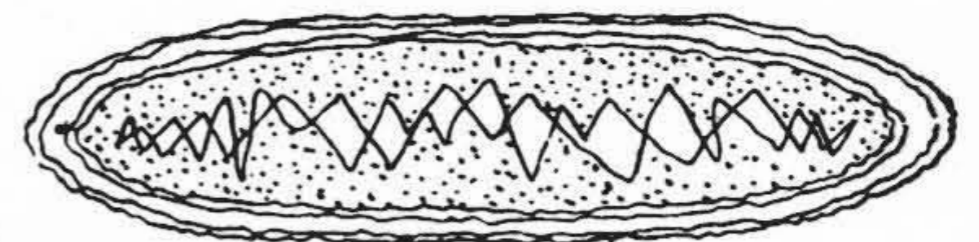
- (1) 日本機械学会： 機械工学便覧 806
- (2) ボッシュ： 工業伝熱論 299 (昭17)
- (3) 内田, 亀井, 八田： 化学工学 605 (昭19)
- (4) 大賀： 伝熱諸論とその適用 諸表6 (昭10)
- (5) 芝： 物理常数表 162 (昭19)
- (6) 拔山, 板橋： 機械学会論文集 2 342

日立製作所社員社外講演一覽 (昭和29年10月分受付)

講演月日	主 催	演 題	所 属	講 演 者
10/27	電気化学協会	金属ガス分析法における抽出温度の研究	中央研究所	米 田 登
11/6	応用物理学会	自記分光光度計に関する諸問題について	中央研究所	角 野 正 夫
11/11	合成樹脂工業協会	フェーノル樹脂の硬化反応(続報)今までにえた結果の概要と二三の補足実験	日立研究所	{ 鶴 田 四 郎 高 野 憲 三 飯 島 貞 善
10/18	色 材 協 会	日立自記分光光度計について	多賀工場	牧 野 勇 夫
10/26	高分子学会外二件	金 属 の 接 着	中央研究所	福 村 勉 郎
10/21	工 業 技 術 院	銅合金中の微量クロームおよび微量銀の定量法について	中央研究所	{ 北 川 公 人 相 本 吉 人
10/30	工業技術協会	光学ガラスのラッピング仕上	日立電線工場	久 本 方
12/7	電 気 学 会 火力技術協会	発電機水素冷却と発電所集中制御	日立工場	柴 田 万 寿 太 郎
11/15	日本学術振興会	ハイドロサルファイトを用いる鉄鋼中錫分析法	中央研究所	{ 北 川 公 夫 柴 田 則 夫
11/30	電 気 学 会 電気通信学会	十条製紙納抄紙機セクショナルドライブ	本 社	井 上 清 二
12/7	東京工業大学	無 酸 素 銅 の ク リ ー プ	中央研究所	大 原 秀 晴
11/5	日本学術振興会	ハイドロサルファイトを用いる鉄鋼中銅分離法(第二報)	中央研究所	{ 北 川 公 夫 柴 田 則 夫
11/6	日本鋳物協会	鋳 物 砂 配 合 の 研 究	笠戸工場	山 川 典 宏
11/17	東北熱管理協会	空気作動調節計による自動制御の計画と実際	多賀工場	山 下 史 郎



特許と新案



最近登録された日立製作所の特許および実用新案

(その2)

(第10頁から続く)

区別	登録番号	名称	工場別	氏名	登録年月日
実用新案	419040	グラブバケットの自由落下制御装置	日立工場	平川克己 佐川伊知夫 中野二郎	29. 10. 22
"	419041	グラブバケット空中閉ぢ制御装置	日立工場	平川克己 佐川伊知夫	"
"	419042	グラブバケット喰込外し制御装置	日立工場	平川克己 佐川伊知夫	"
"	419043	グラブバケットの制御装置	日立工場	宮崎徳太郎	"
"	419044	グラブバケット自由落下安全制御装置	日立工場	宮崎徳太郎	"
"	419045	グラブバケットの自由落下制御装置	日立工場	宮崎徳太郎	"
"	419055	エレベータ位置表示器	日立工場	酒井真平	"
"	419056	変圧器油保存器	日立工場	栗山卓	"
"	419057	刷子保持器	日立工場	桑原繁太郎	"
"	419060	直流機補極	日立工場	滑川清	"
"	419061	エレベータ運転釦スイッチ操作装置	日立工場	滑川清	"
"	419062	カムスイッチ取付装置	日立工場	酒井真平	"
"	419063	変圧器の窒素ガス封入油保存器	日立工場	栗山卓	"
"	419064	所内用変圧器冷却装置	日立工場	栗山卓	"
"	419065	計器用変圧器	日立工場	佐竹喜代松	"
"	419066	回転子線輪	日立工場	小野崎一男	"
"	419068	窒素ガス封入コンサベータ	日立工場	栗山卓	"
"	419069	ブッフホルツ継電器付変圧器	日立工場	宮沢寿郎	"
"	419070	同期機制動巻線	日立工場	菊地弥十郎	"
"	419071	応答ランプ押釦スイッチの押釦	日立工場	酒井真平 皆川広松	"
"	419073	水冷端子と接続導帯との接続装置	日立工場	滑川清	"
"	419074	三相交流電動機中性線支持装置	日立工場	小野崎一男 滑川清	"
"	419075	堅軸型誘導電動機	日立工場	小野崎一男	"
"	419076	堅軸回転電機	日立工場	小野崎一男	"
"	419077	三相交流電動機中性線取付装置	日立工場	小野崎一男	"
"	419078	二重速度誘導電動機回転子の バインド線抑え装置	日立工場	小野崎一男 滑川清	"
"	419079	直流機補極線輪支え装置	日立工場	坪秀雄	"
実用新案	419080	直流機電機子	日立工場	坪秀雄	29. 10. 22

(第82頁へ続く)