

## 航空發動機の氣筒及びピストンに於ける 温度の分布と其の變化

航空研究所々員 栖原豊太郎氏  
佐藤直藏氏

### 目 的 と 範 圍

航空發動機に於ては極めて軽く且つ小さい氣筒から比較的大なる動力を發生せしめるので、Cylinder piston は強く heat される傾向を有して居り、且つ temperature の不同の爲めに大なる stress を受ける場合が多い。従て piston を設計するに當り先づ temperature の分布を基として stress の狀況を研究し、又各種の遊隙を算定することが最も必要なる事項である。即ち Engin design の基礎として上記温度の分布を實驗的に見出すことが本研究の目的である。Cylinder 及び piston に於ける temperature の分布は engine の種類構造等の如何により異なるであらう。又同一 Engine に於ても其の運轉狀況の如何により異なるであらう。之等種々の場合を一々研究することは到底不可能であるが、本研究は後に述べる通りの Water Cooling engine に就き Steel Cylinder と Aluminum piston とに關する實驗であつて、且つ其の Engine の通常運轉状態の場合に限りたるものである。Engine の過熱された場合とか廻轉速度の過大なる場合とかの如きは本研究の範圍外であつて、之れ等は機會を得て報告することが出来るかと思つて居る。

一般 Internal Combustion engine の Cylinder 及び piston に於ける温度分布に就ては従來種々の研究が發表されて居るが航空發動機に關しては未だあまり研究されて居ない。纔かに米國にて F. Jardine 等の實驗の結果が報告されて居るのみである。之の Jardine の實驗では Piston に四個の Thermo-Couple を装置し engine は 1000 R. P. M. に於て其の温度を測定し Piston の形狀と温度の關係を論じて居る。然かし之の温度は何れも最高温度のみであつて其れが如何に變化するか就ては全く論じて居ない。

元來固定した Cylinder の温度を測定するは極めて容易であるが毎分 1500 乃至 2000 廻轉の速度を保つて居る engine の Piston に温度計を連絡すると云ふことは容易ではない。此の種の研究が従來あまり發表されなかつたのは上記の困難が主なる原因の一つ

Cylinder 及び Piston に於ける Thermo-Couple の位置

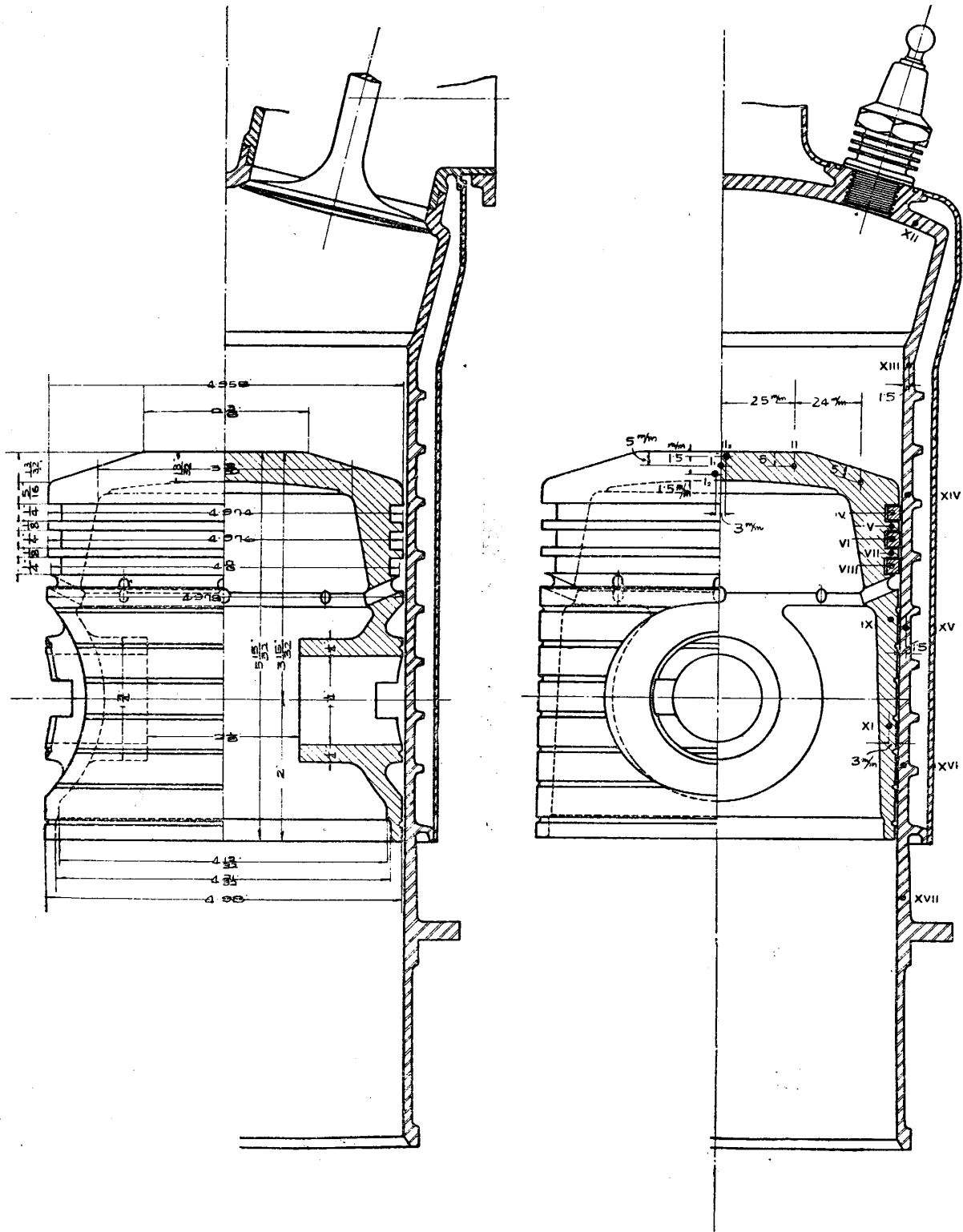


Fig. 1.

あると思はれる。

著者は Cylinder wall に 6 個、Piston の頭部及び Piston ring に 12 個、(其の位置は fig 1. に示す)其他、Crank Case 及び exhaust Valve の附近に Thermo-Couple を取付け Cooling Water は鋭敏な水銀溫度計を用ひ溫度計を使用した箇所は都合 23 個で發動機の運轉中毎二十秒又は毎十五秒に同時觀測をした

### 實驗に使用する Engine.

此の實驗に使用したのは米國製 Hall-Scott L-6 Engine で、或は Half Liberty と呼ばれた型である。Cylinder, Piston, Valve, Cam, shaft, 等は全く Liberty Engine と同様のものであつて其主要事項は次の通りである。

Type	Vertical Water Cooling.	R. P. M	1650~1700
No. of Cylinder	6	Comp. Ratio	5.5
H. P.	200	Magneto	Delco.
Size of Cylinder	5" × 7"	Carburator	Miller

Cylinder は鋼製で Wall の厚さ約 3. mm. Water jacket は鋼板を Cylinder に熔接して作てある。Piston は aluminum aloy で頭部に三個の Cast Iron 製 Piston ring があり胴には七個の浅い溝がある。(Fig. 1 参照)。

動力測定には係數既知の Fan-brake Dynamometer を使用し、Engine の Revolution と Atmospheric temp. 及び Pressure を測つて馬力を決定した。

Cooling Water は容量 1. ton の Water tank 二個を用ひ engine 附屬の Centrifugal pump で循環せしめ、別に Radiator は使用しない。

滑油の壓送壓力は Load の如何を問はず常に 2.5 乃至 2.8 kg./c.m.<sup>2</sup> に保つた。滑油は Mobile A. である。

Ignition point は engine の Revolution の大少に應じ Dead Center 前 30.~13.7 度に調整した。

Engine の始動には 30 HP. の電動機を使用し各 Cylinder に連續爆發が始まつた瞬間を始動の時とし、之れを基準として總ての運轉時間を測定した。

### 結 論

1. Engine の運轉状態が良好なる場合各部分の溫度は一定の速度及び荷重に對し一定

の平衡値を有して居り Engine 始動後約三分間にて此の平衡状態に達する。

2. 運轉中馬力及び速度を變化した場合にも同様に約三分間で各部の温度は平衡状態に落付く。

3. Cylinder Wall の温度は Cooling Water の温度に平行する。Cylinder 下部の温度は主として冷却水の温度に影響され gas の温度に殆んど無關係である。全力運轉に於て Cylinder head の温度は冷却水の出口より高きこと約 30 度、下部の温度は冷却水入口の温度より高きこと約 10 度以内である。

4. Piston の温度は gas の温度の影響を蒙ること勿論であるが冷却水の影響もかなり受ける。其の頭部中央に於ける温度の變化は gas temperature の變化の約  $\frac{1}{2}$  乃至  $\frac{1}{4}$  であり、同時に冷却水温度の變化の約  $\frac{1}{2}$  である。

5. Piston の最高温度は冷却水の出口温度より高きこと約 200 度で、頭部周圍では同じく約 130 度、又裾では約 30 度である。之等の温度は Cylinder wall との Friction により大に影響される様である。

6. Piston ring の温度は其の接せる Piston body の部分の温度より數十度低い。

7. 爆發中絶の場合には各部の温度は一齊に降下し互に接近して約三分間で平衡する。發動機止轉の場合も略々同様である。

本研究の範圍は前に述べた通り Engine が全く良好なる狀況にて運轉した場合であるが此の實驗によつて Cylinder 内の gas の温度と冷却水の温度とが Cylinder 及び Piston に如何なる温度の分布を與らゝるか且つ此れが如何に變化するかを或る程度迄を知ることが得た。然かし此種の研究として吾々が更らに進んで知らんとする事項は澤山にある。即ち同一の engine に對しても Piston 又は Cylinder の温度に密接に關連して因子が少なくない。例へば

1. 過大なる廻轉速度
2. 滑油の種類、滑油の温度、壓力と供給量
3. 冷却水の過熱、冷却水の供給量
4. 燃料の種類
5. Cylinder 及び Piston head に Carbon の附着
6. Piston の遊隙
7. Water jacket に於ける scale の附着

の如き主なる數例である。

更らに異なる型の Engine に於ては

1. Cylinder 及び Piston の材料構造の影響、Compression ratio の影響
2. Rotary engine に於ける Cylinder 及び Piston
3. 固定式の Air Cooling engine の Cylinder 及び Piston

等の場合にそれぞれ異りたる結果を豫期しなければならぬ。之等に関する研究は殆んど發表されて居ないのである。(終り)

附記 (次に幻燈を以て説明があつた實驗結果の二三を示す)。

---

發動機の始動と温度の上昇

發動機の始動と温度の上昇

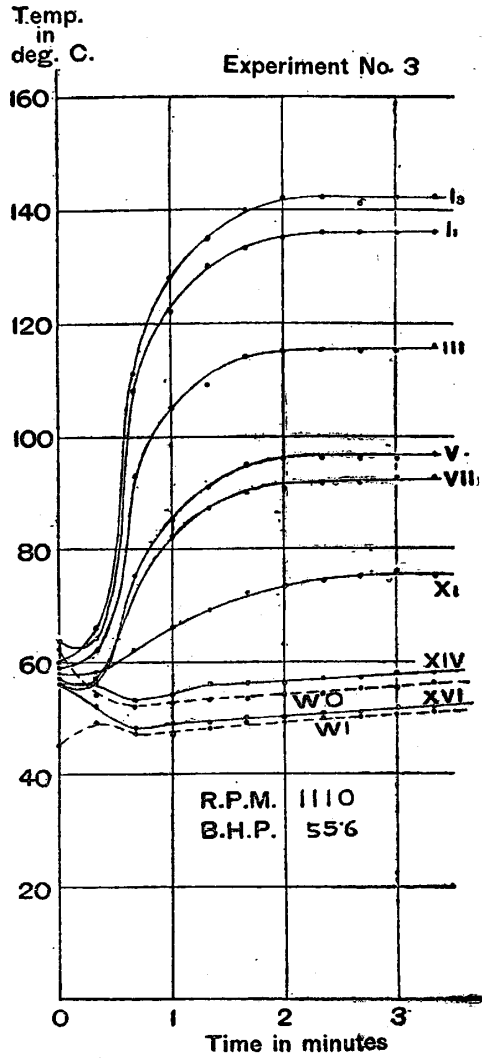


Fig. 2.

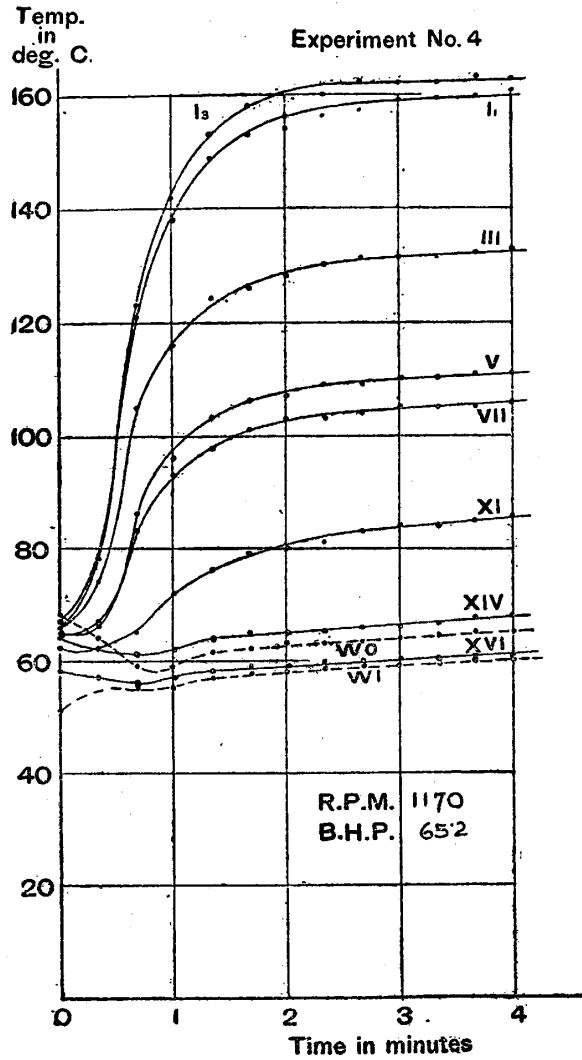


Fig. 3.

廻轉速度及び馬力の増加と溫度の上昇

Experiment No. 12.

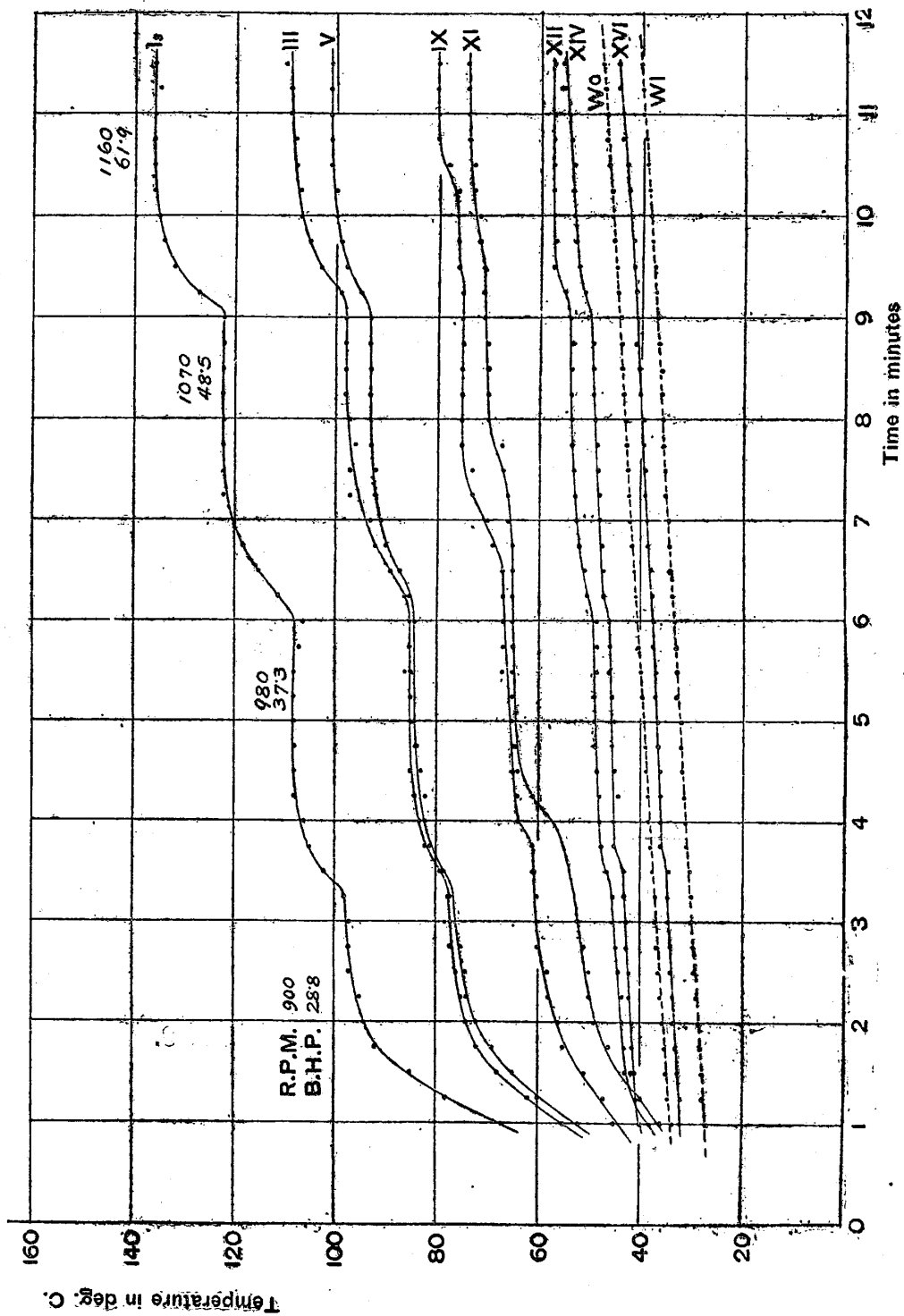


Fig. 4.

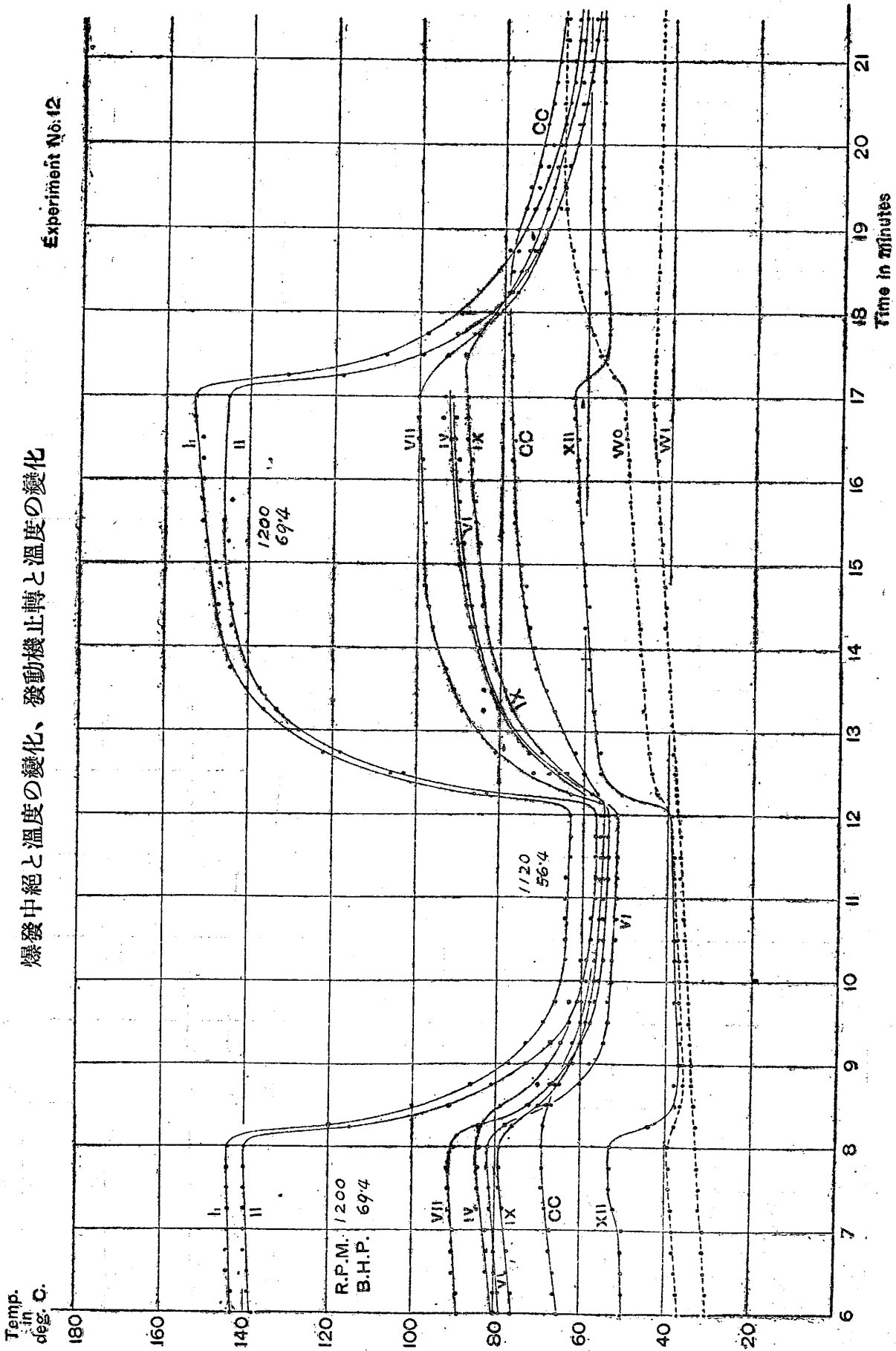


Fig. 5



冷却水の温度の變化と氣筒及びピストンの温度の變化

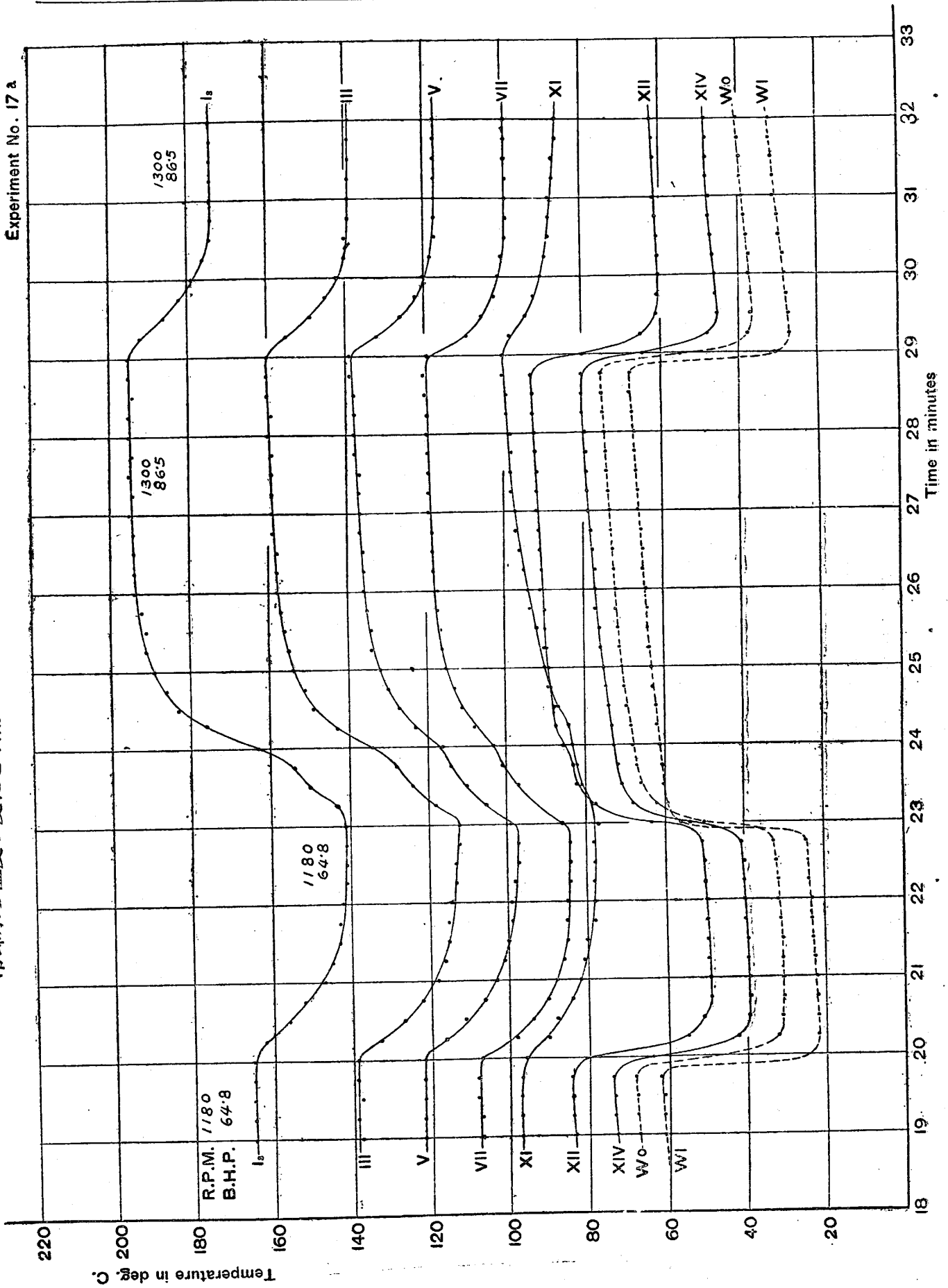


Fig. 6.

馬力とピストンの温度 (冷却水の出口温度以上)

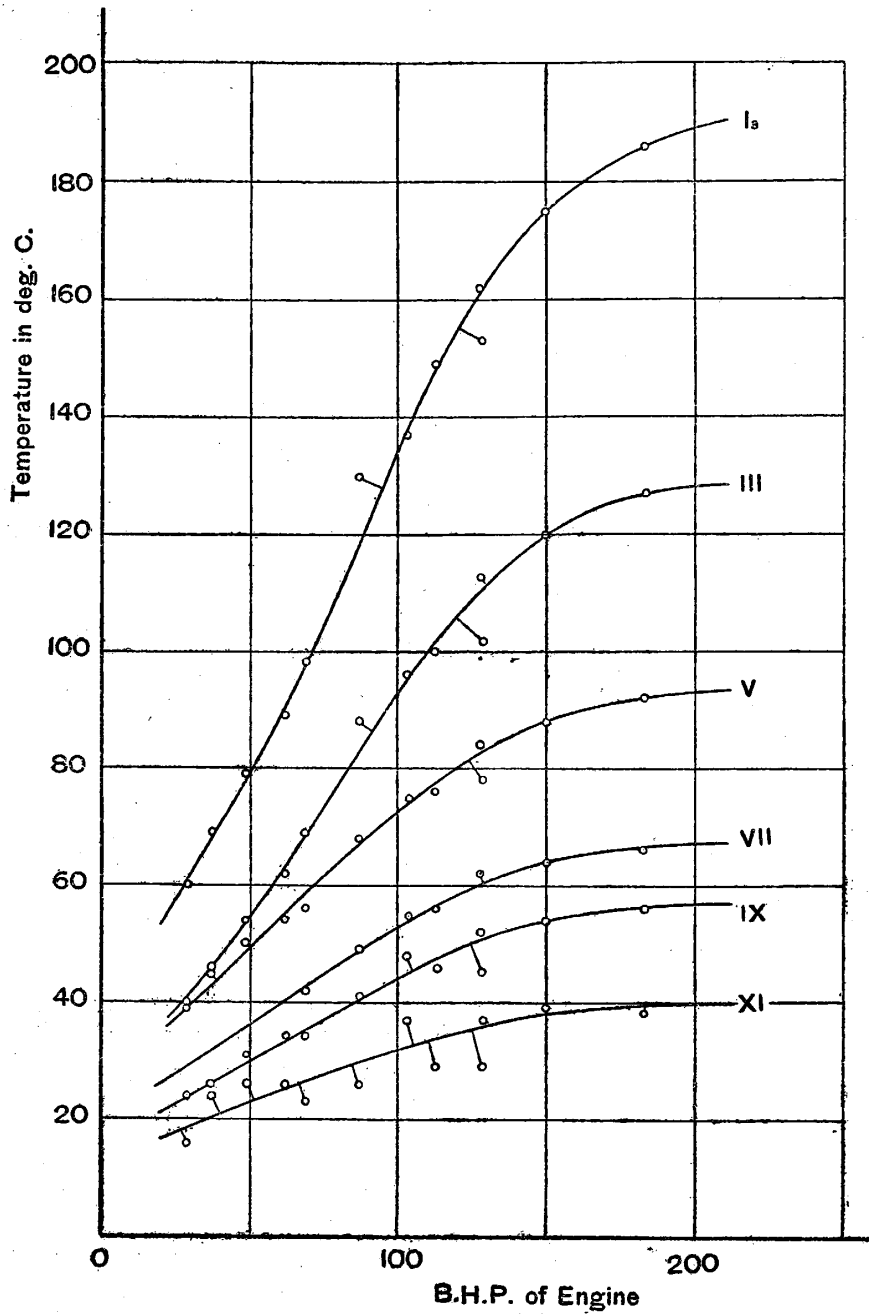


Fig. 7.