

Title	Die Verteilung und die Schwankungen der Temperatur in den wichtigen Teilen eines Benzinmotors waehrend der Zerstoerung
Sub Title	Distribution and variation of temperature of the various important parts of a gasoline engine during destribution
Author	栖原, 豊太郎(Suhara, Toyotaro)
Publisher	慶應義塾大学藤原記念工学部
Publication year	1949
Jtitle	慶應義塾大学藤原記念工学部研究報告 (Proceedings of Faculty of Engineering, Keiogijuku University). Vol.2, No.4 (1949. 4) ,p.8(8)- 14(14)
JaLC DOI	
Abstract	35 thermoconples in total have been put in the piston, pistonrings, connecting rod, bearings, the combustion space of the cylinder and in the circulating water system. The temperatures in case of the destruction of engine caused by the overheating due to the supression of circulating water have been recorded automatically by means of a special sensitive temperature resistrator.
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001004-00020004-0008">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KO50001004-00020004-0008</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

# Die Verteilung und die Schwankungen der Tempertue in den wichtigen Teilen eines Benzinmotors waehrend der Zerstoerung.\*

Toyotarō Suhara\*\*

**Toyotarō Suhara: Distribution and Variation of Temperature of the various important Parts of a Gasoline Engine during Destruction.** 35 thermocouples in total have been put in the piston, piston-rings, connecting rod, bearings, the combustion space of the cylinder and in the circulating water system. The temperatures in case of the destruction of engine caused by the overheating due to the supression of circulating water have been recorded automatically by means of a special sensitive temperature resistator.

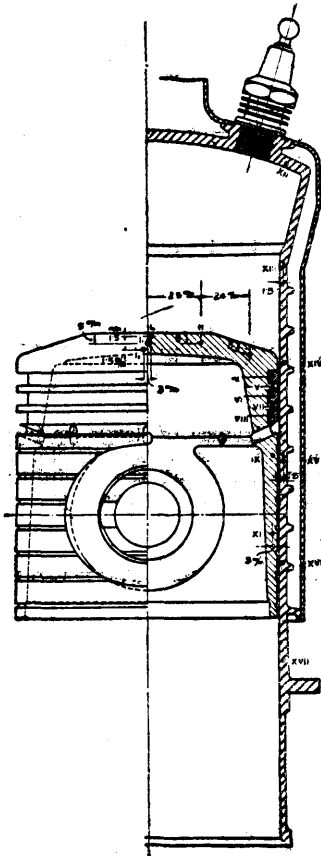


Abb. 1. Stellen der Thermo-  
elemente in der Zylinder-  
und Kolbenwand.

Der Motor, der bei diesen Versuchen gebraucht wurde, war ein wassergekühlter Motor. Er leistet 200 PS bei 127 mm Bohrung, 177,8 mm Hub und 1650-1700 Umdrehungen in der Minute. Der Motor besitzt 6 hintereinander angeordnete Stahlzylinder mit aufgeschweissten Stahlblechmänteln für die Wasserkühlung. Die Kolben bestehen aus einer Aluminiumlegierung und besitzen Kolbenringe aus Gusseisen.

Mittels dieses Verfahrens haben wir die Temperaturerhöhungen in etwa drei und dreissig wichtigen Stellen der Motorteile mit soebnvielen Thermoelementen und mit einem, für diesen Zweck speziell konstruierten Temperatur-Registrators messen können. In Abb. 1 sind der Zylinder und der Kolben im Schnitt gezeichnet. In dieser Abbildung sind die

Stellen der Theromoelemente, das sind zwölf Elemente, PI<sub>1</sub>, PI<sub>2</sub>, PI<sub>3</sub>, PII,.....PIX, PXI, in dem Kolbenkopf, der Kolbenwand und den Kolbenringen, und sechs Elemente,

\* 本研究報告を外國へ送ることが企てられているのでこの報文を獨文で記すことにした。

\*\* Dr. Ing., Professor an der Keiōgijuku-Universität. 工博, 慶應義塾大學教授。

CXII, CXIII,.....CXVII, in der Zylinderwand zu sehen. Ausser den obigen, sind elf Elemente in den Kurbellagern, zwei Elemente in der Schubstange, zwei Elemente, WI, WO, für die Kühlwassertemperaturen an dem Ein- bzw. Ausgang, eins für die mittleren Gastemperaturen in dem Verbrennungsraum und schliesslich ein paar Elemente für die Messung der Motordrehzahlen bestimmt. Mittels einer speziell konstruierten Steuerung\* sind die Thermoelemente in dem Kolben und in der Schubstange mit dem stationären elektrischen Verteiler verbunden.

Versuch No. 1. Erstens, bei diesem Versuch (Anhang 1 und Abb. 2), war der Motor bei 7/10 Volleistung und bei einer Drehzahl von 1000 U.P.M. und mit genügender Kühlung und Schmierung vollkommen in Ordnung. 5 Minuten und 40 Sekunden nach dem Anlassen des Motors wurde die Wasserhahn des Zylindermantels plötzlich geöffnet und das Kühlwasser wurde schnell von dem Kühlmantel abgelassen. Nun wurde der Motor nach und nach heiss, aber ging es gut während 2 oder 3 Minuten. Nach etwa 8 oder 9 Minuten Laufzeit, begann der Motor noch heisser zu werden und der Oeldampf kam aus dem Kurbelgehäuse heraus. Das Auspuffventil und die Auspufföffnung wurde nach und nach immer heisser und das Auspuffgeräusch wurde immer unregelmässiger. Die Drehzahl verminderte sich. Das Geräusch in dem Zylinder wurde ganz merkwürdig. Das Auspuffventil wurde glühend rot. Der allgemeine Zustand des Motors schien sehr gefährdet. Nach 9 Minuten und 30 Sekunden Laufzeit, blieb der Motor plötzlich mit einem fürchterlichen Explosionsgeräusch in einer Rauchwolke stehen.

Die Original-wiedergabe, Anhang 1, zeigt uns klar und deutlich die Temperaturschwankungen der Motorteile während des obigen Versuches. Von der Wiedergabe haben wir nur die Zylindertemperaturen und Kühlwassertemperaturen herausgezogen

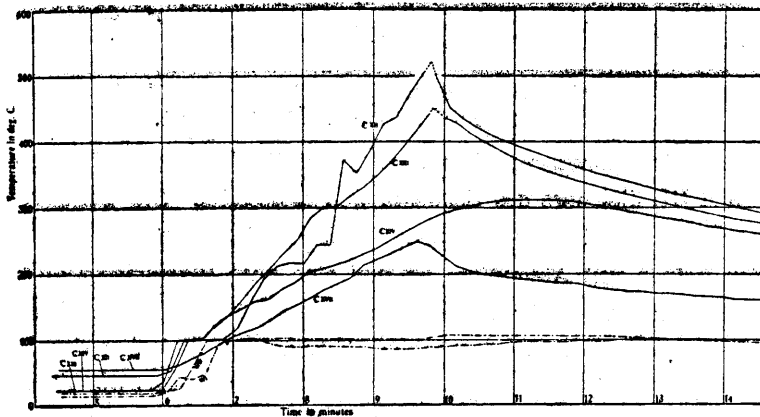


Abb. 2. Temperaturkurven des Zylinders und das Kühlwassers  
ausgezogen von der Original-Wiedergabe in Anhang 1.

\* T. Sahara and N. Sato, Distribution and Variation of Temperature in the Cylinder and Piston of an Aeronautical Engine. Report of the Aeronautical Research Institute, Tokyo Imperial University, No. 5, 1922.

und wir zeigen es in den Kurven in Abb. 2. In diesen und nachfolgenden Abbildungen zeigt die senkrechte Achse die Temperatur in °C, ebenso wie die wagerechte Achse, die vom Anlassen an bemessene Laufzeit des Motors. Die den Kurven beige-schriebenen Buchstaben CXII, CXIII,..... zeigen die entsprechenden Stellen der Thermoelemente in der Zylinderwand, dieselben welche schon in Abb. 1 gezeigt worden sind.

In dem Augenblick der Kühlwasserablassung stieg die Zylindertemperatur plötzlich und die Zylinderkopftemperatur CXII erreichte in dem Zeitraum von 4 Minuten eine Höhe von 500°C. An dem oberen Teile der Zylinderwand CXIII stieg die Temperatur über 450°C. Nach 9 Minuten und 30 Sekunden Laufzeit hielt der Motor an und die Temperatur an jeder Stelle fing zu fallen an. Nur CXIV allein stieg zunächst noch höher, ging aber nachher auch herunter. Die Ursache hierfür kann der Einfluss des erhitzten Kolbens sein, welcher sich dicht dabei befindet. Die Austrittstemperatur des Kühlwasserdampfes ist auf über 100°C gestiegen. In Abb. 3 sind die Temperaturkurven des Kolbens und der Pleuelstange gemäss der Original-

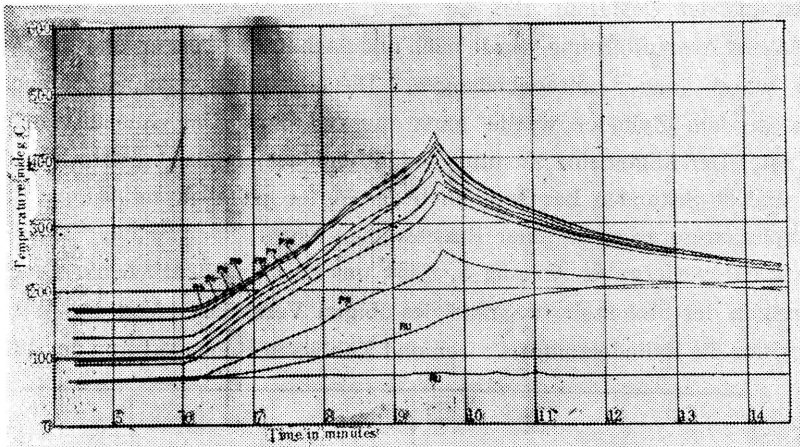


Abb. 3- Temperaturkurven des Kolbens und der Pleuelstange ausgezogen von der Original-Wiedergabe in Anhang 1.

Aufnahme besonders herausgezeichnet. RU zeigt die Temperatur des Schubstangenkleinendes und RL diejenige des Schubstangen-grossendes. Die Temperaturschwankungen des Kolbens sind nicht so bedeutend als die des Zylinders. Der Grund dafür ist, dass der Kolben von Aluminium ist und eine gute Wärmeleitfähigkeit hat und ausserdem auf der inneren Seite mit Oeltropfen gekühlt ist. Die Temperatur des Kolbenkopfes, PI, PI<sub>3</sub>, PII, steigt über 400°C und auch diejenige des Kolbenringes ungefähr auf 400°C. An dem unteren Teil des Zylinders steigt die Temperatur auf 300°C, weil das Oel an der inneren Zylinderwand sich erhitzt hatte und verdampft war und somit seine Schmierfähigkeit verloren hatte. Wir haben den Motor auseinander genommen und sahen dass die Kolbenringe festgeklemt waren weil sie durch die Reibung erhitzt worden waren.

Die hohe Temperatur des Kolbens hatte auch das Schubstangen-kleinende RU

erhitzt. Die Temperatur des Schubstangen-grossendes war unverändert geblieben, da die Schmierung an der Kurbelwelle genügend war.

Bei dem oben beschriebenen Versuch hatte der Motor keine schweren Schäden erhalten. Er wurde repariert und wir machten einen neuen Versuch.

Versuch No. 2. Bei diesem Versuch liessen wir den Motor zuerst ohne Kühlwasser an. Nach  $5\frac{1}{2}$  Minuten Laufzeit wurden der Zylinder und der Kolben glühend und setzten sich fest und der Motor ging nicht mehr weiter. Der Motor war unter  $7/10$  Vollast mit einer Drehzahl von 1100–1200 U.P.M. Die wiedergabe dieses Versuchs ist in Anhang 2 gegeben. Der allgemeine Verlauf der Kurben scheint den vorhergehenden Versuchen ähnlich, aber der Hitzeeinfluss war hier viel grösser. 5 Minuten nach Start des Motors wurden die Auspuffventile, die Auspufföffnungen und die Umgebungen der Oeffnungen sehr glühend, gleichzeitig hörte man ein aussergewöhnliches, fortlaufendes Geräusch in den Zylindern, und zuletzt kam der Motor mit verminderter Drehzahl zum Stillstand.

Von dieser Wiedergabe haben wir einen Auszug des Kolben- und Schubstangen-temperaturverlaufs gemacht und zeigen diesen in Abb. 4. Bei diesem letzteren können

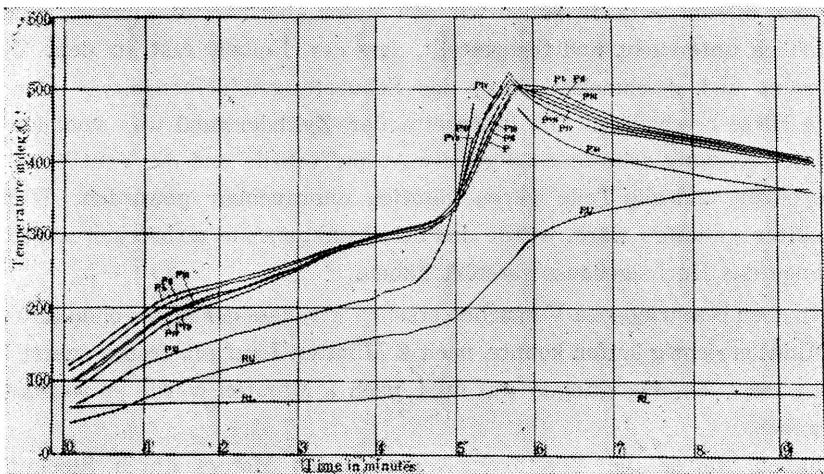


Abb. 4. Temperaturkurven des Kolbens, Kolbenringes, und der Pleuelstange aus gezogen von der Original-Wiedergabe in Anhang 2.

wir genau die Aenderungen der Temperatur in den Messpunkten vom Start des Motors bis zu dessen Zerstörung beobachten. Die Temperaturkurven an dem Kolben PI<sub>3</sub>, PIII,.....bestehen aus drei verschiedenen Kurventeilen. Den ersten Teil finden wir vom Anlassen des Motors bis zum Punkte, 2 minuten Laufzeit, welcher einen normalen Character\* hat. Wenn der Motor mit dem Umlaufwasser richtig gekühlt ist, soll diesen Kurventeil von selbst, etwa in 3 Minuten, in eine Horizontale übergehen. Dem zweiten Teil finden wir von dem Punkte, 2 Minuten Laufzeit, bis zum

\* Report of the Aeronautical Research Institute, Tokyo Imperial University. No. 5. Dec. 1922.

Punkte,  $4\frac{1}{2}$  Minuten, welcher eine gerade, aufsteigende Form mit einem leichten Knick nach unten hat. Dieser zweite Kurventeil zeigt die ungewöhnliche Steigung der Kolbentemperatur während des Laufes des Motors ohne Kühlwasser, und ist ähnlicher Natur wie die entsprechenden Kurventeile in Abb. 3. Wenn das Kühlwasser in dem Motor richtig funktioniert hätte, würde dieser Kurventeil nicht existieren, und der erste Kurventeil würde sich in ziemlich gerader Richtung über diesen Bereich ausgedehnt haben. Den dritten Kurventeil finden wir von dem Punkte,  $4\frac{1}{2}$  Minuten Laufzeit, bis zu der Zerstörung des Motors. An dem Punkte,  $4\frac{1}{2}$  Min. stieg die Zylindertemperatur so hoch, dass das Schmieröl verdampfte und dadurch ein starker Reibungswiderstand zwischen dem Zylinder und Kolben entstand. Die Temperatur des Kolbenteiles PXI steigt plötzlich von dem Punkte,  $4\frac{1}{2}$  Minuten Laufzeit, an bis zu einer Temperatur über  $600^{\circ}\text{C}$ . Wir können hierbei eine interessante Erscheinung beobachten, nämlich dass das Schubstangen-kleinende RU durch die Reibungshitze erhitzt worden war. Das Schubstangen-grossende RL war von der Reibungshitze nicht beeinflusst worden weil die Kurbelwelle und das Hauptlager regelrecht geschmiert waren.

Nach dem diesem Versuch haben wir den Motor abermals auseinander genommen und gründlich untersucht und festgestellt, dass der Kolben fast in dem Zylinder festgeklemmt und geschmolzen war; das Schubstangen-kleinende war auch etwas durch die Hitze beschädigt. Die Innenseite der Zylinderwand war von der Hitze und von der Reibung sehr beschädigt, die Auspuffventile und die Ventilsitze waren stark verbogen, und alle Teile waren gänzlich unbrauchbar geworden. Wenn der Motor weiter gelaufen wäre, würde das Schubstangenende zerbrochen sein und die Schubstange das Kurbelgehäuse zerstört haben.

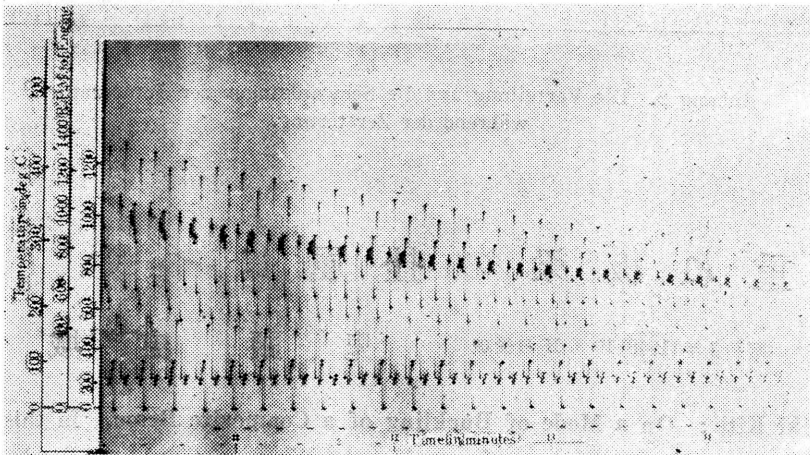
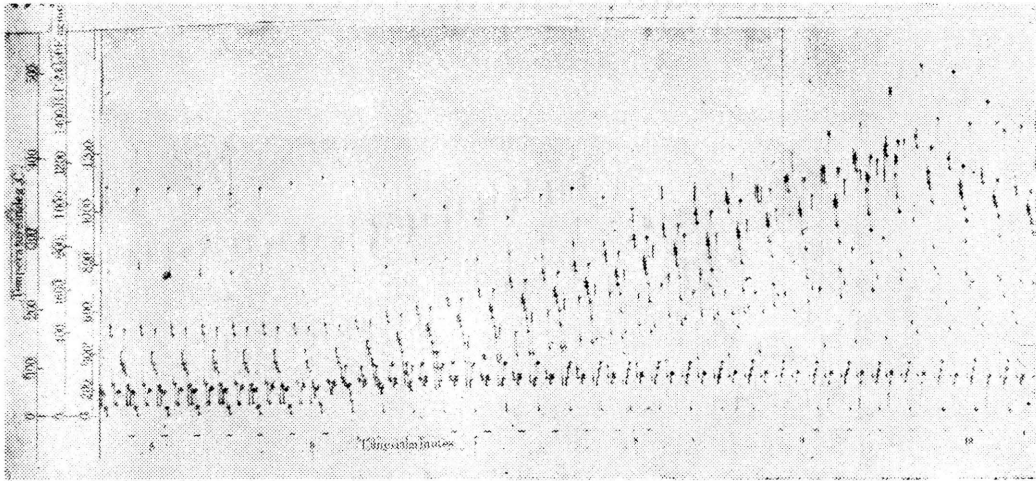
Aus den oben beschriebenen Versuchen ersehen wir, dass der Motor ohne Kühlwasser etwa 2 Minuten richtig laufen konnte, nach 2 Minuten Laufzeit treten zuerst leichte dann schwerere Beschädigungen auf und nach 5 Minuten würde er vollständig in Brüche gehen.

Wir haben weiter die Zerstörungsversuche des Motors durch Stockung des Schmierömlaufs gemacht. Die Temperaturmessungsmethode war dieselbe wie bei den vorhergegangenen Versuchen. Die Wiedergabe der Temperaturschwankungen ist hier ausgelassen.

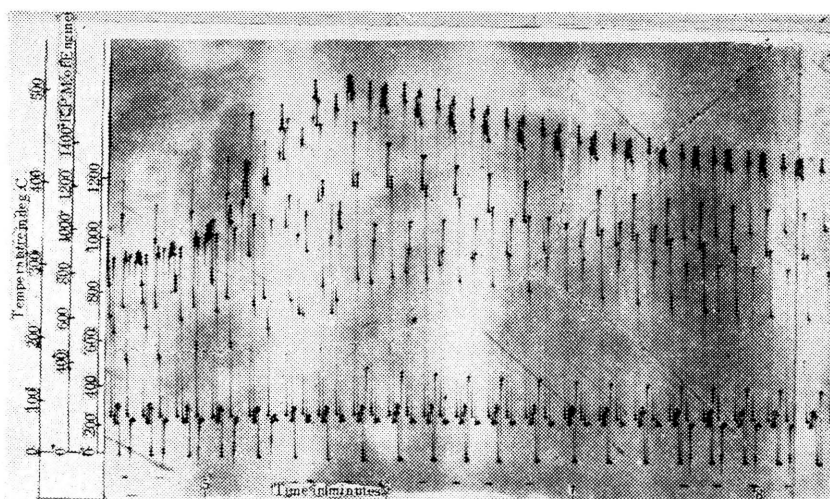
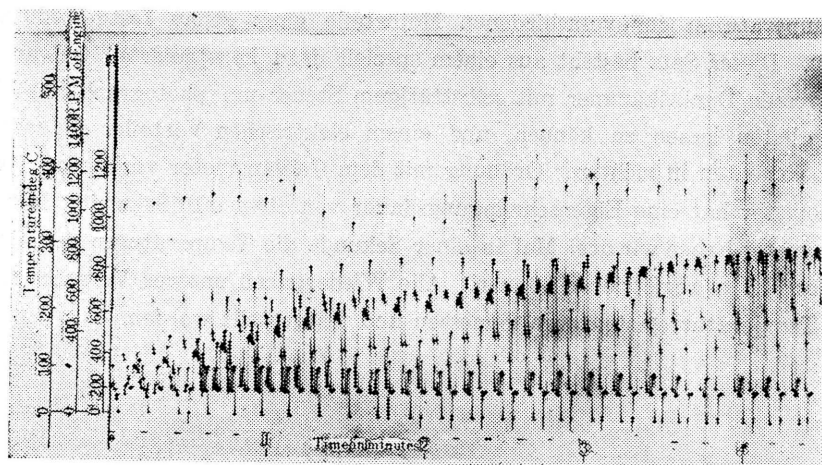
Die Temperaturverteilung und Schwankung der verschiedenen Motorteile kann durch dieses Verfahren geklärt werden, und wir können die Art und Weise des Wärmeflusses an den Hauptteilen des Motors begreifen, und können wichtige Gesichtspunkte den Entwurf und für die Verbesserung der Motoren gewinnen. Wir werden dieses Versuche, um unsere Feststellungen noch zu ergänzen, noch weiter fortsetzen.

Temperatur-Registrator. Bei unseren Versuchen gebrauchten wir einen neuen Satz von Temperaturregistratoren, zusammen mit etwa 40 Thermoelementen, damit

die Temperaturen der verschiedenen Motorteile ganz genau festgestellt werden konnten. Dieser Satz besteht aus einem speziell dazu konstruierten Galvanometer, einer grossen Dunkelkammer mit selbsttätigem Steuer um photographisches Papier hinein gleiten lassen zu können, und einem elektrischen Verteiler der mit vielen Thermoelementen in richtiger Ordnung mit dem Galvanometer verbunden ist. Das Galvanometer hat eine Eigenschwingungsdauer von etwa 0.10 Sekunde. Mit diesem Galvanometer haben wir drei Mal in einer Sekunde die Temperaturen der einzernen Teile des Motors registrieren können. Alle Wiedergaben unserer Versuche sind mit diesen Temperaturregistratoren gemessen und festgestellt worden.



Anhang 1. Die Verteilung und die Schwankungen der Temperatur  
waehrend der Zerstoerung nach der Ablassung des Kuehlwassers.



Anhang 2. Die Verteilung und die Schwankungen der Temperatur während der Zerstörung.

## 重ね板梁の挫屈について

昭和3年(1948)10月15日受理

鬼頭史城\*

**Fumiki Kitō: On a Mode of Buckling of a Composite Beam.** In this Note, a beam composed of two sub-beam is considered. When a transverse load  $N_0$  acts on the free end of it, as shown in Fig. 1, the lower sub-beam is subject to compressive stress. So that there may exist a limit to the load  $N_0$ , beyond which no

\* 工博、慶應義塾大學教授, Dr. Eng., Prof. of Keiogyoku University.