

$$\text{密閉垂直: } Nu_{1, D_1} = 0.000818 \cdot Gr_1^{0.377} \quad (19)$$

$$\text{水 平: } Nu_{1, D_1} = 0.491 \cdot Gr_1^{0.255} \quad (20)$$

$$(\text{Beckmann: } Nu_{1, D_1} = 0.48 \cdot Gr_1^{1/4})$$

ただし Nu_{1, D_1} は代表的長さに D_1 を取るものであつて(18)式までの Nu_1 とは異なる。

終りに臨み、終始、御懇切な御援助と御激励とを賜わり然も資材入手に御尽力いただいた松山英太郎博士に深甚なる感謝の意を表わす。実験においては普喜、吉武、武居、久保、望月の諸君の労を多とす。なお実験装置製作には機械工場の横山氏の御協力をえたことを感謝す。この研究は文部省科学研究費の一部によるものである。

参 考 文 献

(1) 村川勝彌, 日本機械学会, 第29期定時総会講演会

前刷(昭和27年4月, 東京)及び第31期定時総会講演会前刷(昭和29年4月, 東京), 日本機械学会論文集100号

(2) 村川勝彌, 日本機械学会第31期定時総会講演会前刷(昭和29年4月, 東京), 日本機械学会論文集100号

(3) 村川勝彌, 山口大学工学部学報第4巻第1号1~3ページ(昭和28年)

(4), 村川, (2)に同じ

(5), 村川, (2)に同じ

(6) Beckmann, Forschung Heft 340~356

Bd. 2 1931. 及び M. ten Bosch, 工業伝熱論 217 ページ

(7) 村川勝彌, 日本機械学会第29期定時総会講演会前刷(昭和29年4月, 東京)

二重管内の不等温層流熱伝達の実験

村 川 勝 彌

I 緒 言

熱交換装置、冷却器等に二重管型式のものが用いられているが不等温層流熱伝達に関する理論的研究も実験的研究も未だ文献を見ることができないので、これらの研究を行つた。ここでは、その一部として流体加熱の場合についての実験結果を円管⁽¹⁾について行われた外国の諸大家の実験結果として比較して見ることにする。

II 実験装置及び実験方法

頁数節約のために重複をさけるが著者の論文⁽²⁾に詳述してある装置を利用したので詳細は、これを参照されたし。管の材料は引抜鋼管で同心垂直二重管となつており流体は水を用いた。

III 実験値の計算法

装置の寸法 $r_1 = 1.75\text{cm}$, $r_2 = 2.75\text{cm}$, $L = 130\text{cm}$. Nusselt数 $Nu_1 = a_1 \times 2(r_2 - r_1) / \lambda_1$ (1)

$a_1 =$ 熱伝達率 [$\text{kcal}/\text{m}^2\text{h}^\circ\text{C}$], $\lambda_1 =$ 熱伝導率 [$\text{kcal}/\text{mh}^\circ\text{C}$]

Reynolds数 $Re = \bar{w} \times 2(r_2 - r_1) / \nu_1 =$

$150 \sim 2000$, (2)

$\bar{w} =$ 平均流速[cm/s], $\nu_1 =$ 動粘性係数 [cm^2/s],

$$\sigma_2 = \bar{w} \cdot 2(r_2 - r_1) / a \cdot 2(r_2 - r_1) / L = Pe \cdot 2(r_2 - r_1) / L = Re \cdot Pr \cdot 2(r_2 - r_1) / L \quad (3)$$

$a =$ 温度伝播率 [cm^2/s], $Pe =$ ペクレー数,

$Pr =$ プラントル数,

$$Gz = \text{Graetz number} = \pi / 4 \cdot Re \cdot Pr \cdot 2(r_2 - r_1) / L = \pi / 4 \cdot \sigma_2 \quad (4)$$

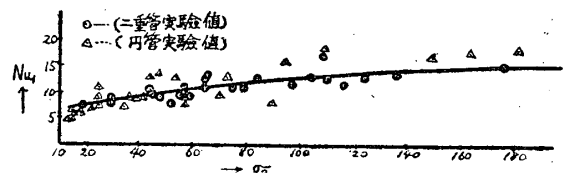
$$\therefore \sigma_2 = 4 / \pi \cdot Gz \quad (5)$$

λ_1, ν_1, a は内管表面平均温度に相当する値をとり M. ten Bosh の表から求めた。

IV 実験結果

引抜鋼管によつて水を加熱する場合の結果を図示すれば第1図のごとくなり、最小二乗法

第1図 二重管内の不等温層流熱伝達の実験



によつて整理すれば

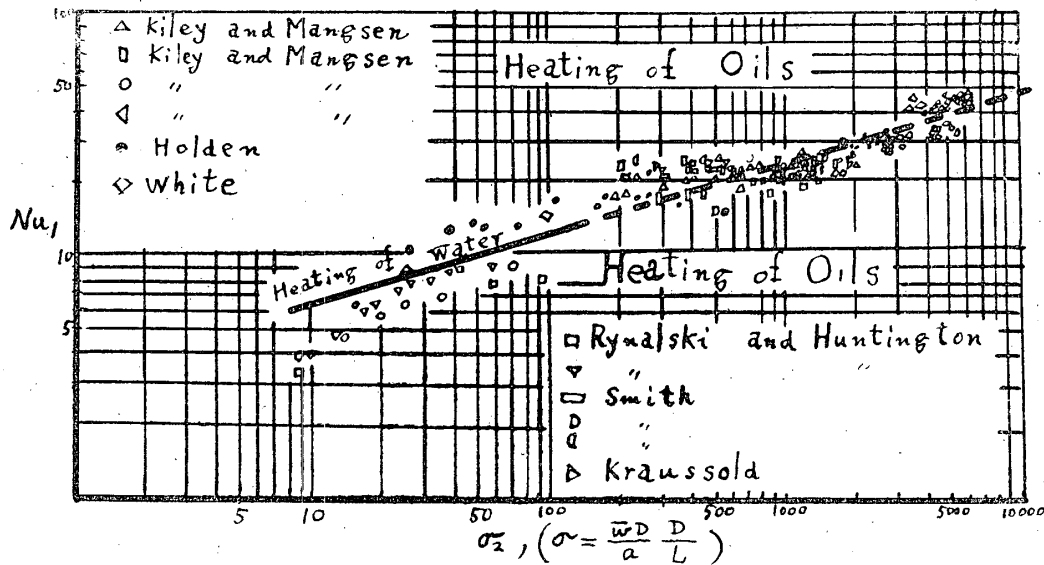
$$Nu_1 = 3 \cdot 20 \cdot \sigma_2^{0.296} \quad (6)$$

となり第1図の曲線で示される。管が引抜鋼管で水を加熱するために実験中、管壁に錆を生じ実験開始後1年もすれば Nu_1 が少し小さくなる傾向があるが第1図には長期間に渡つた実験値を、そのまま記入したので見掛は点のぼらつきが大きく見える。

V 円管の場合との比較

第1図に円管の実験 (Mangsen, Holden, Rynalski—Huntington) も併記すれば二重管の場合も円管の場合と殆ど変わらない。次に二重管に関する実験結果 (6) 式と円管に関する外国の諸大家の実験結果⁽³⁾とを比較するために両対数方眼紙に記入すれば第2図のごとくなる。第2図の直線は (6) 式を表わし諸実験値のほぼ

第2図 不等温層流熱伝達実験



中間に存在すると見て、さしつかえないと思われる。したがつて二重管の場合には円管の公式における直径 D の代りに $2(r_2 - r_1) = D_2 - D_1$ を代入すればよいことが分る。

VI 結 言

流体加熱の場合には物理常数は内管表面平均温度に相当した値を用いて等価直径として $2(r_2 - r_1)$ を使用すれば円管の公式が引抜鋼管を用いた二重管の場合にも適用できることが分つた。⁽⁴⁾⁽⁵⁾

終りに臨み、終始、御懇切な御援助と御激励とを賜つた松山英太郎博士に深甚なる感謝の意を表わす。実験に当つては倉重、坂口、斎藤、波佐間の諸君の御協力をえ、また実験装置製作には機械工場の横山氏の御協力をえたこと

を感謝す。なお数値計算には倉重、坂口、斎藤、波佐間、研井、林、宮内、岬田の諸君の労を多とす。この研究は文部省科学研究費の一部によるものである。

参 考 文 献

- (1) Kiyosi Yamagata, Memoirs of the Faculty of Engineering, Kyushu Imperial University, Vol. V, NO. 6, 1940. P. 397. fig. 5.
- (2) 村川勝彌, 日本機械学会論文集, 第19巻, 第88号 昭和28年, 18ページ
- (3), (1)と同じ
- (4), Perry, Chemical Engineer's Handbook, 3rd ed. 470 ページ,
- (5), 化学工業, 2巻 (新年号) 120ページ,