

氏 名	若 松 盈 わか まつ みつる
学 位 の 種 類	工 学 博 士
学 位 記 番 号	論 工 博 第 337 号
学位授与の日付	昭 和 45 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	窯業用トンネル窯に関する基礎的研究

論文調査委員 (主 査)
教 授 功 刀 雅 長 教 授 吉 沢 四 郎 教 授 田 代 仁

論 文 内 容 の 要 旨

この論文は窯業用トンネル窯内のガスの流れに関するものであって、序論、本文8章および総括からなっている。

序論では本研究の目的、意義および概要を述べている。

第1章ではトンネル窯を向流熱交換器として取り扱い、窯内のガスの流れを偏流のない理想状態として熱計算を行ない、その計算値と数十基の耐火物焼成用のトンネル窯の実測値と比較検討している。その結果、1) 各種のトンネル窯について被熱物の有効接触表面積 a (m^2/m^3) の値は1～6の広範囲の値を示すこと。2) 窯内での燃焼ガスから被熱物への熱伝達係数 h と a との積 ha は $60 \sim 100 \text{Kcal}/\text{m}^3 \cdot \text{hr} \cdot ^\circ\text{C}$ であることなどを明らかにしている。

第2章ないし第6章では小型実験窯による模型実験を行ない、窯内のガスの流速分布、流れのよどみ、渦の生成および複雑な窯詰間隙内へのガスの分布など、窯内のガスの流れ模様と窯の操業条件との関係を検討した結果を述べている。

第2章では月産1000トンの耐火練瓦焼成用トンネル窯の1/10の寸法の模型窯を用い、燃料としては都市ガスを使用し、燃焼実験を行ない、窯内の温度、圧力、およびガスの組成などの測定結果から模型窯内のガスの流れ模様を検討し、1) Re 数が窯 6×10^3 より大きい時には窯内ガスの流れ模様はほとんど Re 数の影響は受けないこと、2) 予熱帯の上部のガスの流れに対して抵抗の小さい流路があるときには高温ガスはこの流路だけにかたよって流れること、3) 窯内の圧が負の部分では、サンドシールの部分および台車相互の継目などから冷空気が侵入し、窯床近くにある低温領域を拡げること、また 4) 台車入口部および吸込穴近くのガスの流れは複雑であるが、被熱物の表面に付着する煤の状態から、流れ模様を明らかにすることができることなどを認めている。

第3章では予熱帯の吸込穴の位置およびその分布が窯内温度分布に及ぼす影響について検討し、1) 吸込穴の数を増加させることは、窯内の上下方向の温度差を減少させる有効な手段とはなりえないこと、

2) 吸込穴を増加してもカートップ面に低温部が存在すること, 3) 最終の吸込穴を台車入口扉からはなしで設ける時には, 台車入口部からの侵入空気が窯内ガスの温度分布に大きな影響を与えること, 4) 被熱物に付着した煤の消失状況は予熱帯のガスの流れと密接に関連があることなどを明らかにしている。

第4章では3種類の異なる窯詰方法について, 第2章と同様の模型実験を行ない, 1) 予熱帯の上下の温度差を少なくする有力な手段として窯内ガスの流動抵抗を支配する被熱物の窯詰方法が重要であること, 2) 台車下から侵入する外気が窯の性能を悪化させること, 3) 窯内ガスの浮力効果による天井内面への偏流を防止するために, 天井内面の流動抵抗を増加させるような窯詰方法が有効であることなどを明らかにしている。

第5章では前章と同じ実験窯を使用して模型実験を行ない, 予熱帯の窯圧と窯の特性との関係を検討し, 1) 窯圧を適度の値まで高めると, 予熱帯内の温度分布は改善されること, 2) 窯詰方法と窯圧とをあわせ考えることにより窯内のガスの流れをピストンフローは近づけることができ, その結果合理的な等温線が得られること, 3) 窯詰方法の相違は窯軸に直角な断面内の流動抵抗の分布に大きな影響を与えることなどを明らかにしている。

第6章では台車下から加熱室内へ空気がほとんど侵入しない条件下で窯内ガスの流れに関する模型実験を行ない, 1) 窯内のガスの流れの偏流は台車下からの空気の侵入によって著しく高められること, 2) 台車下から空気が侵入しなければ浮力効果だけによるガスの偏流はかなり小さいこと, 3) 台車下から空気が侵入しない時でも窯詰方法と窯圧とに考慮を払う必要があることなどを確かめている。

第7章では実際に使用されているトンネル窯で得られた測定値を用いて, 前章までの模型実験の成果を検討している。すなわち窯土質耐火煉瓦焼成用のトンネル窯について窯内の壁面を詳細に観察した結果, 1) 内壁面の性状変化は焼成帯と冷却帯とはほとんど認められないが, 予熱帯とくに低温域に著しいこと, 2) 予熱帯の内壁面の状態は, 模型窯で得られた窯内のガス流れの模様と関連させて説明できることなどを認めている。

第8章では数基のトンネル窯について, 窯内の温度および炭酸ガスの濃度分布を求め, 模型実験の結果と比較検討し, 1) 被熱物の温度は窯詰の上下方向の位置で 300°C に達する差があること, 2) 炭酸ガスの濃度分布から, 予熱帯の高温側にガス流れのよどみの部分がつくられていること, および台車下からの空気の侵入が大きいことを明らかにしている。総括は以上の各章の結果をまとめたものである。

論文審査の結果の要旨

本論文は, 陶磁器, 耐火物などの焼成に使用されているトンネル窯の性能を一段と向上させる目的で, 模型実験および現場実験を行ない, 窯内の燃焼ガスの流速分布, 流れのよどみ, 窯結間隙内のガスの分布, 炭酸ガスの濃度分布などいわゆる窯内ガスの流れ模様と窯の操業条件との関係を解明したものであって, 得られた主な成果は次の通りである。

1) トンネル窯内で燃焼ガスと接触可能な被熱物の表面積のうち伝熱に有効に働いている部分は30%程度であり, それはガスの流れに偏流があることに基因する。2) 窯内の圧が負を示す部分では, サンドシールの部分および台車相互の継目などから冷空気が侵入し, 窯床近くにある低温領域を拡げる。3)

予熱帯で被熱物の表面に付着する煤の状態から流れの模様が推察できること。4) 予熱帯の上下の温度差を少なくする手段としては窯詰方法を改良することが有効であるが、吸込穴の数を増加しても効果はないこと。5) 窯詰方法および窯圧の適切な管理によってガスの流れ模様をピストンフローに近づけることができること。6) 窯内ガス流れの偏流は台車下からの空気の侵入によって著しく強められること。7) 現場のトンネル窯の予熱帯の内壁面の性状変化は、模型実験で得られたガスの流れの模様と関連させて説明できること。8) 窯内の炭酸ガス濃度分布から、現在操業中のトンネル窯では、一般に予熱帯で台車下からの空気の侵入が大きいこと、などを明らかにしている。

これを要するに本論文は、耐火物焼成用のトンネル窯について模型実験および現場実験によって窯詰方法、吸込穴および窯圧などと窯内のガスの流速分布、温度分布、流れのよどみ、冷空気の侵入、炭酸ガスの濃度分布などとの関係を明らかにし、トンネル窯の性能の向上および合理的な設計のための有益な多くの知見を得ており、学術上、工業上に寄与するところが大きい。よって本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。