

論文審査の要旨および学識確認結果

報告番号	甲 第 号	氏 名	冲永 佳史	
論文審査担当者：	主査	慶應義塾大学教授	博士（工学）	横森 剛
	副査	慶應義塾大学教授	Ph.D.	堀田 篤
		慶應義塾大学教授	博士（農学）	奥田 知明
		慶應義塾大学教授	Dr.-Ing.	小尾 晋之介
<p>(論文審査の要旨)</p> <p>学士（工学）、修士（工学）を有する冲永佳史君の学位請求論文は「医療用呼吸温湿度交換器の動的特性に関する研究」と題し、7章から構成されている。手術時はもとより、緊急医療現場など様々な場面において患者に対する人工的な呼吸管理が行われ、その際の呼吸気の温度・湿度制御は一つの重要な技術である。近年、呼吸気の温度・湿度制御のために、その簡便性や小型軽量の観点から温湿度交換器（Heat and Moisture Exchanger with Filter : HMEF）が利用されているが、その開発や改善は医療側からの経験的な方法で行われてきたのが一般であり、最適な機器構造にまで至っているか否かは定かではない。特に HMEF では呼気と吸気が交互に流れる状態を利用しているため、その内部における熱および水蒸気の動的な挙動が加湿・除湿性能を左右する支配的な現象であると考えられ、その動的挙動を明らかにすることは極めて重要である。本論文は、HMEF 内部の温度・湿度の時間変化といった動的特性を実験的に明らかにするとともに、数値シミュレーションによってその温湿度交換現象における動的挙動の詳細と物理的メカニズムを明らかにした内容となっている。</p> <p>第 1 章は序論であり、HMEF に関する従来の研究、および本研究の目的が述べられている。第 2 章では、本研究で使用した実験装置および計測方法、および数値シミュレーションのために構築した次元解析モデルとその数値計算手法について、それらの詳細が述べられている。第 3 章では、HMEF において呼気から吸気へとステップ的に供給変化させた場合の過渡応答特性について検討を行っている。結果として、HMEF では呼気中において水分がスポンジと吸湿剤の CaCl_2 に凝縮し、その水分が乾燥した吸気中に蒸発するという水分の吸収・放出現象を確認すると共に、CaCl_2 の潮解がその水分の吸収に特に大きく寄与していることを明らかにしている。第 4 章では、呼気吸気の繰り返し周期を変化させ、その周期応答特性について検討を行っている。結果として、周期が長い場合には CaCl_2 における活発な水の凝縮・蒸発により気体の湿度および温度に顕著な変化が現れるが、周期が短い場合には非定常性の影響が強くなることで湿度および温度の変化が小さくなることを明らかにしている。第 5 章では、塩化カルシウムを含浸させたスポンジ部の厚さおよび HMEF の全長の影響について、数値解析結果をもとに検討を加えている。その結果、単位重量当たりの CaCl_2 に保持される水分量はスポンジ厚さが薄いほど大きくなり、また HMEF の全長が長くなるほど気体の湿度および温度の変動振幅が小さくなることを明かにしている。第 6 章では、塩化カルシウムの初期状態、および HMEF の空洞部および接続部の影響について数値解析により検討を加えている。結果として、空洞部および接続部に適切なモデルを設定することで実験と数値解析の間に定量的一致が見られたこと等から、それらの影響が HMEF の応答特性に重要な役割を演じていることを明らかにしている。最後に第 7 章では、本論文の結論および今後の課題について述べている。</p> <p>以上要するに、本論文の成果は HMEF における呼吸気の温度、湿度の動的特性を詳細に明らかにするとともに、その動的特性の物理的メカニズムについても解明しており、HMEF の設計開発や最適化を行う際に有用となる多くの知見を与えるなど、工学上寄与するところが少なくない。よって、本論文の著者は博士（工学）の学位を受ける資格があるものと認める。</p>				
学識確認結果	学位請求論文を中心にして関連学術について上記審査委員会委員で試問を行い、当該学術に関し広く深い学識を有することを確認した。 また、語学（英語）についても十分な学力を有することを確認した。			