

## デジタル防毒マスク

Coen van Gulijk (オランダ, TNO Prins Maurits Laboratory)

防毒マスクは、有毒な環境に置かれた救急隊員にとって主要な防具です。TNO(オランダ応用科学研究機構) Prins Maurits Laboratoryの研究者らは、生物化学兵器に対する安全確保のためのガスマスクを製作、試験、改良しています。ガスマスクは、吸収缶で空気を浄化することによって装着者を保護します。ろ過された空気は、顔面上の熱負荷とアイピース表面の結露を最小限にとどめるために、マスク内部に分散されます。TNOではCAD/CAMの手法を使用して新しい防毒マスクのデザインを開発していますが、費用のかかるプロトタイプを製作せずに研究をすべく、CFDを利用しています。こうして研究開発された防毒マスクを「デジタル防毒マスク」と呼んでいます。



実際ของガスマスク      デジタル防毒マスク

スキャン後のフェイスマスクの CFD モデル; 外側の特徴は無視されている。写真左: 実際ของガスマスク, 写真右: デジタル防毒マスク



3次元スキャン  
(資料提供:  
ドイツ Vitronic  
GmbH)

最初のデジタル防毒マスクは、このプロジェクトの出資者であるオランダ国防省から提供された既存のガスマスクにもとづいて製作されました。CAD/CAMによるデジタルモデルを利用できなかったため、コンピュータ

でのメッシュ生成は困難でした。そこで、ジオメトリ生成には別の手法が採用されました。ドイツ企業Vitronic GmbHによるツールを使用し、防毒マスクの3次元スキャンデータが作成されました。マスクの内部は、顔面装着時は非常に複雑な形状になるため、ジオメトリを直接スキャンすることはできませんでした。



アイピース近傍の流れのパターンのクローズアップ

そのため、ジオメトリは、1)顔全体を覆っているフェースピース、2)フェースピース内部にある小さいマスクで、鼻と口を囲んでいるノーズピース、3)マネキンの頭部

この3つのパーツをスキャンして構築しました。特別なソフトウェアを使用して、これらのパーツをStereolithography (STL)ファイル形式で結合しました。Fluent Europeのエンジニアがメッシュ生成のためにSTLファイルをGAMBITにインポートしました。最終的に29万個のセルからなる非構造メッシュとなりました。このメッシュを使用し、通常は視界から隠されているマスク内部の流れのパターンと滞留時間分布(RTD: residence time distribution)を調査するためにFLUENTのシミュレーションが開始されました。

マスク内部流れの調査は、呼吸サイクル中におけるアイピースの周辺を中心に行われました。呼気中の水分のため、表面で結露が発生する可能性があります。CFDによる計算でわかったことは、吸入中、入口からの流れがアイピースまわりの領域に新鮮な空気を旋回流の形で急速に導入する、ということでした。この周期的な換気が結露の発達を防ぎます。

RTDの計算から、吸入中にトレーサー粒子(入口で注入)の25%が平均滞留時間に達した後、フェイスマスクの出口から出て行くことがわかりました(体積を体積流量で割ったものとして計算)。この簡単な試験によって、マスク内部にデッドゾーンまたは循環領域が存在することが示されました。将来の研究は、CFDを利用してこのような領域を特定し、最小化することに力を注ぐこととなります。今後1年の間に、デジタル防毒マスクのためのCFD技術を向上させる計画が進行中です。このツールは、TNOがCAD/CAMを使用して現在開発中である防毒マスクのデザインを最適化するのに役立つでしょう。