

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 8 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2014

課題番号：24656154

研究課題名(和文)非侵襲生体計測とアクアダミーによる安心快適なシート設計・評価技術

研究課題名(英文)Comfortable seat design by using non-invasive bio-signal measurement and aqua dummy

研究代表者

金子 成彦(Shigehiko, Kaneko)

東京大学・工学(系)研究科(研究院)・教授

研究者番号：70143378

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文):シートの快適性評価は被験者によるものが中心で、過去に人体ダミーを開発した例はあるものの、低周波領域の周波数応答が再現できるものに留まっており、高周波数領域での評価には成功していない。本研究の目的は、シートの快適性を評価するための柔軟なタンクからなるダミーを開発することである。研究は、ダミーの設計手法の開発、提案手法の妥当性の検証から構成される。本研究では、ダミー設計に関して、変形可能なシリコンゴム製のタンクに水を入れた要素についてバルジング振動解析モデルを提案し、大変形を扱うことが可能な計算手法を提案した。実験では、加振器により上下方向に加振し、周波数応答を得て、計算結果との比較を行った。

研究成果の概要(英文):Seat comfort is usually tested by research participants. However, in this test, results show dispersion and the cost is expensive. Therefore, research to find alternative method is attracting attention. Development of human dummy for ride comfort was reported, however it can reproduce the human comfort characteristics only with low frequency range. In this study, to develop human dummy reproducible for wide frequency range, we proposed a new dummy composed of a flexible membrane filled with viscous liquid called aqua dummy. First, we proposed design method of aqua dummy and secondly showed the validity of proposed method by experiments. In the design method, fluid structure interaction was taken into account. In the experiment, we designed and manufactured small size aqua dummy and measured frequency response and compared with the result calculated based on the proposed method.

研究分野:機械力学

キーワード:乗り心地 シート 快適性 疲労 流体構造連成 バルジング 振動解析 加振実験

### 1. 研究開始当初の背景

目下、二酸化炭素排出量削減のために車体の軽量化が強く求められており、シートの軽量化にも関心が集まっている。軽量シートは乗り心地の悪化や乗員の疲労感の増大を招く恐れがあり、軽量化と乗り心地との両立が求められている。シートは、乗員と機械構造物とのインターフェイスとして大変重要な要素で、衝突時に身を守る安心感を与えるだけでは不十分で、疲労感を感じさせない設計が求められる。シートの安心快適性評価は、被験者によるものが中心で、過去に人体ダミーを開発した例はあるものの、低周波領域の周波数応答が再現できるものに留まっており、高周波数領域での評価には成功していない。

### 2. 研究の目的

上記背景を踏まえて、本研究では、シートの安心快適性を評価するためのスライムを詰めた複数の柔軟なタンクからなる低周波数領域と高周波数領域の両方が再現可能な標準ダミーを開発することを目的として研究を行う。特に、ダミーの設計に資する動的設計法に注目して研究を行った。

研究は、ダミーの設計手法の開発、提案手法の妥当性の検証、乗り心地及び疲労感分析用の人体データの取得の3つのパートから構成されている。

### 3. 研究の方法

については、変形可能なシリコンゴム製のタンクに水を入れた要素(以下、アクアダミーと呼ぶ)についてバルジング振動解析モデルを提案し、大変形を扱うことが可能な計算手法を提案する。

については、アクアダミーを電磁式加振器により上下方向に加振し、周波数応答を得て、計算結果との比較を行う。

については、学内の学生および協力企業の被験者の脈波データを収集する。

### 4. 研究成果

については、まず内部流体を水とし、アクアダミーを周波数 10Hz、加速度振幅  $2\text{m/s}^2$  で上下加振した場合の計算を行った。その結果、アクアダミー内部の流速分布、圧力分布は図1(a)、(b)のように得られ、アクアダミー内部の流体の最大流速は  $0.01\text{m/s}$  程度と小さく、静圧が支配的となるため内部流体の圧力分布は静水圧分布で近似出来ることが明らかになった。

また、図2には、上下加振時の小型アクアダミー要素に作用する流体力を示す。この結果は、1次共振点での計算結果である。

については、図3に示すようなアクアダミーの小型要素を製作し、これを上下加振することにより周波数応答を取得し、解析結果と比較することができた。

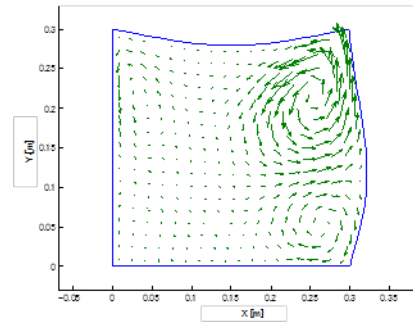


図1(a) アクアダミー内部の流速分布

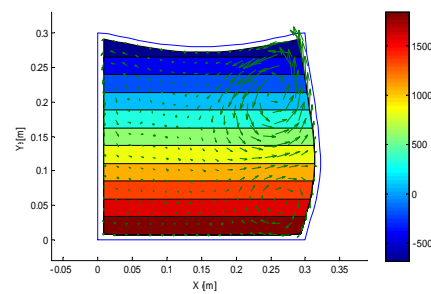


図1(b) アクアダミー内部の圧力分布

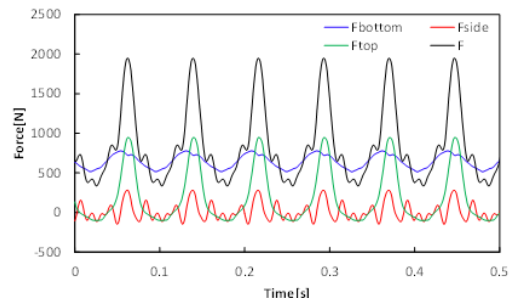


図2 1次共振点での流体力波形(計算結果)

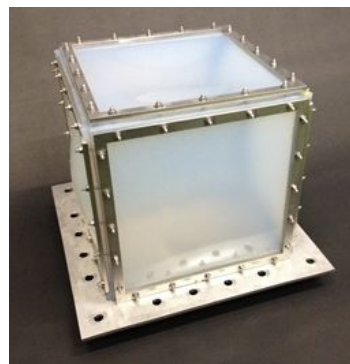


図3 小型アクアダミー要素

また、計算モデルによるアクアダミーの周波数応答と人体の実験値を比較し、アクアダミーによって人体の周波数特性を再現することの可能性を示すことができた。(図4)

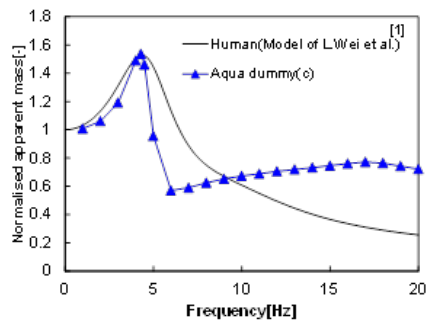


図4 アクアダミーの周波数応答計算結果と人体との比較

については、脈波情報を取り出す方法として、体表脈波と心音情報の2つの方法を提案し、生体リズムとの関係や覚醒状態との関連性について調査を行った。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 2 件)

金子成彦、藤田悦則 “ドライバーの覚醒低下警告・防止に向けた技術開発”、国際交通安全学会誌、Vol.38, No.1, pp.57-63、(2013)

小島重行，前田慎一郎，内川竜一，延廣良香，青井幸佑，小倉由美，藤田悦則，村田幸治，亀井勉，辻敏夫，吉栖正生，金子成彦，“体幹生体信号簡易センシングシステムの開発”，設計工学，Vol.50，No.2，pp.78-88、(2015)

[学会発表](計 10 件)

Shumpei Miyazaki and Shigehiko Kaneko, “A Method of Sleepiness Estimate by Using Bayesian Estimation”, APVC2013, July 2-6, 2013, Jeju Island(Korea)

小島重行、前田慎一郎、青井幸佑、小倉由美、藤田悦則、村田幸治、亀井勉、辻敏夫、金子成彦、吉栖正生、共鳴を利用した背部体幹直接音センシングシステムの開発、第46回日本人間工学会中国・四国支部大会、2013年12月8日、サテライトキャンパスひろしま(広島県) 前田慎一郎、青井幸佑、小倉由美、藤田

悦則、金子成彦、吉栖正生、心音情報を用いた体表脈波(APW)検出、第46回日本人間工学会中国・四国支部大会、2013年12月8日、サテライトキャンパスひろしま(広島県)

堀川正博、内山竜一、小倉由美、藤田悦則、村田幸治、亀井勉、金子成彦、吉栖正生、生体リズムの乱れが体表脈波に与える影響、第46回日本人間工学会中国・四国支部大会、2013年12月8日、サテライトキャンパスひろしま(広島県) 山本献造、内山竜一、堀川正博、小倉由美、藤田悦則、村田幸治、亀井勉、金子成彦、吉栖正生、体表脈波の時系列波形を用いた覚醒状態と睡眠状態の判別法、第46回日本人間工学会中国・四国支部大会、2013年12月8日、サテライトキャンパスひろしま(広島県)

見並 克俊、金子成彦、山崎 由大、天田 直弥，“人体ダミーを目指した柔軟構造物の振動特性解析”，Dynamics and Design Conference 2014、2014年8月26-29日、上智大学(東京都)

堀川正博、内川竜一、小倉由美、藤田悦則、金子成彦、“体表脈波を用いたドライバーの体調推定法”、第46回日本人間工学会中国・四国支部大会、2014年12月13日、岡山県立大学(岡山県)

平本裕太、延廣良香、小倉由美、藤田悦則、辻敏夫、金子成彦、長町三生、“長時間着座のための姿勢保持法の提案”第46回日本人間工学会中国・四国支部大会、2014年12月13日、岡山県立大学(岡山県)

中島可南子、延廣良香、小倉由美、藤田悦則、村田幸治、亀井勉、金子成彦、吉栖正生、“体表脈波を用いた睡眠時無呼吸症候群患者の生体リズムに関する解析事例”，第46回日本人間工学会中国・四国支部大会、2014年12月13日、岡山県

立大学（岡山県）

山本献造、小島重行、小倉由美、藤田悦  
則、村田幸治、亀井勉、金子成彦、吉栖  
正生、“体表脈波を用いたあくびの捕捉  
法に関する研究”，第46回日本人間工学  
会中国・四国支部大会、2014年12月13  
日、岡山県立大学（岡山県）

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

取得状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ：

<http://knock.t.u-tokyo.ac.jp>

## 6．研究組織

### (1)研究代表者

金子 成彦(Shigehiko Kaneko)  
東京大学・大学院工学系研究科・教授  
研究者番号：70143378