生体信号に基づく労働者安全管理に関する基礎的研究

飛島建設　正会員　○松田　浩朗
飛島建設　正会員　松元　和伸
関西大学総合情報学部　田頭　茂明
茨城大学工学部　正会員　小林　薫

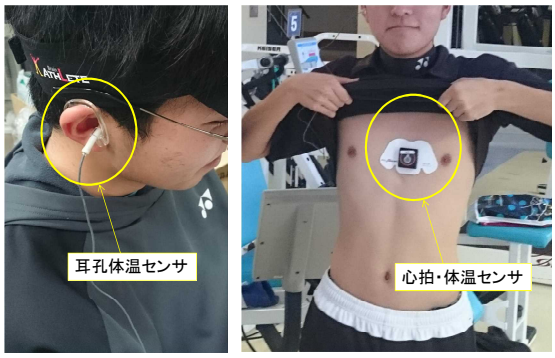
１．はじめに

建設工事は他業種に比べ労働災害が多い．たとえば，熱中症による死亡者数は全産業の 4 割を建設業が占めている（平成 24 年）[1]．労働災害発生原因は，大別すると作業環境に関する“不安全状態”と，作業行動に関する“不安全行動”によるものに分けられる．不安全状態に関しては，建設用設備の改良や施工管理者への教育実施により改善が進んでいる．一方，労働者の健康状態に影響を大きく受ける不安全行動に関しては，朝礼時や現場巡視時における施工管理者の目視評価など，定性的評価にとどまっており，この対策は重要である．

本研究は，労働災害の撲滅のために，労働者の健康状態を生体信号に基づき定量評価することを目的とする．基礎実験として，運動負荷時においてウェアラブルデバイスにより生体信号（体温，脈拍数）を取得した．本稿ではその結果について示す．

２．実験概要

生体信号を取得するウェアラブルデバイスとして，耳孔体温センサ，および，心拍・体温センサを使用した．**図－１**にそれぞれのセンサの装着状況を示す．耳孔体温センサは耳孔に挿入することで耳孔体温を測定できる．また，心拍・体温センサは，心臓付近に電極を張り付けるタイプで，心拍間隔と心臓付近の体表温度を測定できる．さらに，それぞれのセンサは無線でリアルタイムに測定値を取得可能である．ここで，センサ値は 10 秒間隔で取得した．



(a) 耳孔体温センサ　(b) 心拍・体温センサ

図－１　ウェアラブルデバイス装着状況

実験は，屋内運動施設で実施した．被験者は 20 代の男性 2 名で，トレッドミルにより運動負荷を与えた．**図－２**に実験の実施状況を示す．実験は，速度 4km/h，6km/h，ならびに，8km/h をそれぞれ 5 分間連続して与えたケース 1 と，4km/h，6kmh，8km/h，ならびに 0（負荷なし）をそれぞれ 10 分間連続して与えたケース 2 の 2 ケースを行った．

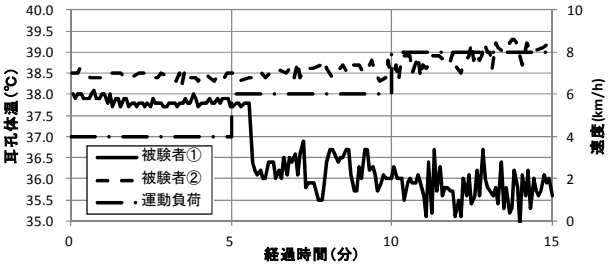
図－２　実験実施状況

３．実験結果

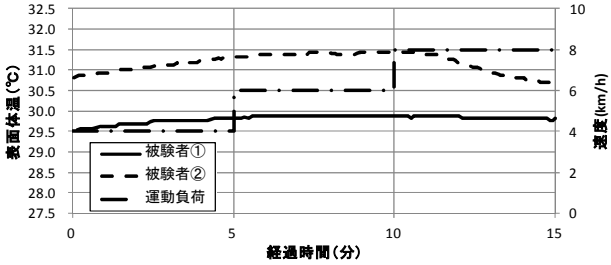
図－３および**図－４**にそれぞれ，実験ケース 1 および実験ケース 2 における各センサの計測値の経時変化を示す．それぞれ，耳孔体温，体表温度，ならびに脈拍数である．ここで，脈拍数はセンサから得られた心拍間隔から 1 分あたりの脈拍数を算出している．図中，実線は被験者①，波線は被験者②の計測値を示している．また，一点鎖線は運動負荷（トレッドミル速度）を示している．

図－３ (a) より，被験者②は運動負荷の増加とともに耳孔体温は上昇してるものの，被験者①は 6km/h から低下している．耳孔体温の低下は発汗によるものと考えられ，耳孔体温の傾向の違いは発汗タイミングの個人

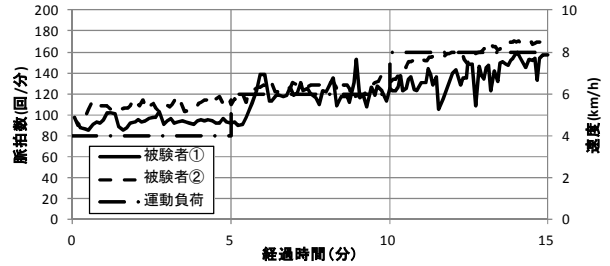
キーワード　生体信号，安全管理，建設工事，ウェアラブルデバイス
連絡先　〒270-0222　千葉県野田市木間ケ瀬 5472　飛島建設㈱技術研究所　ＴＥＬ04-7198-7572



(a)耳孔体温

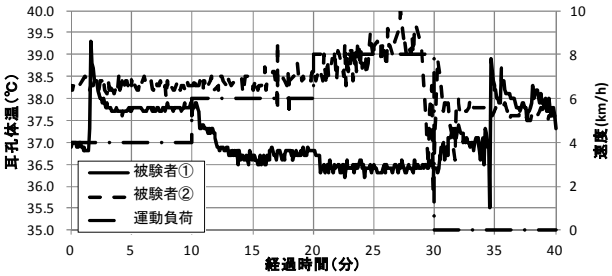


(b)体表温度

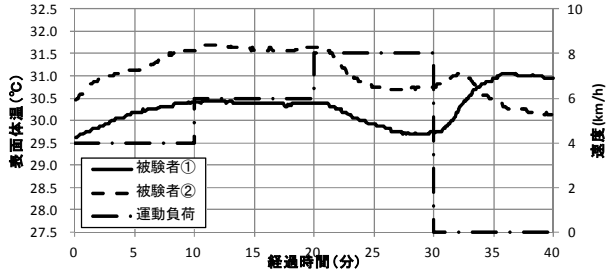


(c)脈拍数

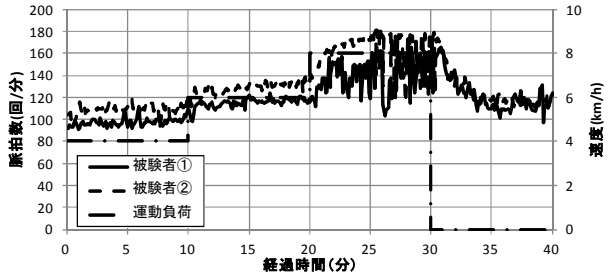
図－３　計測結果（ケース 1）



(a)耳孔体温



(b)体表温度



(c)脈拍数

図－４　計測結果（ケース 2）

差と考えられる．**図－４(a)**に示す実験ケース 2 も同様の傾向となっている．このことより，耳孔体温のみで被験者の健康状態を評価することは難しいと考えられる．

図－３(b)，および**図－４(b)**より，体表温度は耳孔体温に比べ低い値となっている．また，耳孔体温と同様に，被験者間で運動負荷に対する傾向は異なる．耳孔体温と同様に体表温度のみで被験者の健康状態を評価することは難しいと考えられる．

一方，**図－３(c)**および，**図－４(c)**より，脈拍数のトレンドと運動負荷の大きさに相関がみられる．被験者①および②の両者とも同様の傾向を示している．また，実験ケース１および２とも同様の傾向を示している．このため，脈拍数は被験者の健康状態を評価する重要なパラメータになり得ると考えられる．

４．おわりに

本稿では，労働者の健康状態の生体信号に基づき定量評価することを目的に，ウェアラブルデバイスにより運動負荷時の生体信号を取得する基礎実験の結果を示した．耳孔体温，または，体表温度のみで健康状態を評価することは難しいと考えられる．また，脈拍数は健康状態を評価する重要なパラメータになり得ると考えられる．今後は，他の生体信号やそれらの組み合わせにより健康状態を精度よく評価する手法を検討する．

謝辞

本研究で実施した実験において，茨城大学工学部　野口武彦氏，金田祐輔氏，増子直也氏にご協力いただきました．ここに記して謝意を表します．

参考文献

1)厚生労働省ホームページ： http://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei51/（2016/3/29 アクセス）