

ウェアラブル型バイタルセンサを活用した熱中症リスクおよび熱中症対策効果の見える化の取り組み

プレクーリングとは

作業開始前にあらかじめ深部体温を下げ、作業中の体温上昇を抑えること。体表面を冷却する方法と、冷水やアイススラリー（流動性の氷状飲料）などを摂取して体内から冷却する方法がある。

1 建設業を取り巻く環境

近年、年間最高気温の記録更新が続くなど、夏の暑さが年々厳しくなるなか、熱中症対策が喫緊の課題となっている。建設業においては、他の業種に比べ熱中症の発症件数が多い。2018年から2022年における業種別の熱中症の死傷者数¹⁾（図-1、図-2）は、建設業が916名で全体の21%と最多件数を数えている。

熱中症を防ぐための体調管理方法として、建設現場では一般的に、暑さ指数(WBGT)の計測結果を用いた一斉の注意喚起が行われてきたが、最近では、ウェアラブル型バイタルセンサが普及し、センサを身につけることで、作業中の心拍数や体温、汗の量などのバイタルデータをリアルタイムで計測して記録し、体調変化をセンサの装着者に知らせることができるようになってきた。さらに、センサから得られたバイタルデータを分析することで、より効果的な熱中症対策の検討に繋げることが期待される。

そこで今回、ウェアラブル型バイタルセンサを用いて建設現場における作業員の熱中症リスクを評価するとともに、熱中症対策として作業前の身体冷却(プレクーリング)を試行し、その効果を確認する実証実験を行った。本稿では、実証実験により得られた知見について報告する。

なお、本実証実験は、建設RXコンソーシアム 市販

ツール活用分科会 バイタルセンサWGの取り組みとして実施した。

熱中症による業種別死傷者数の割合（2018～2022年計）

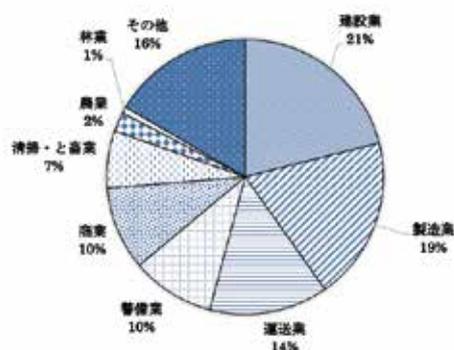


図-1 熱中症による業種別死傷者数の割合
出典：厚生労働省 令和4年「職場における熱中症による死傷災害の発生状況」



図-2 熱中症による業種別死傷者数
出典：厚生労働省 令和4年「職場における熱中症による死傷災害の発生状況」

2 実証実験

2.1 ウェアラブル型バイタルセンサによる熱中症リスクの評価

本実証実験では、複数現場で様々な職種の作業員を対象とするため、ウェアラブル型バイタルセンサとして通信機能をもたず簡便に扱える「熱中対策ウォッチ カナリア」(図-3 以下「カナリア」)を採用した。「カナリア」は皮膚と接触する本体裏面の導体から、装着者の体表面温度を計測する。計測した体表面温度の推移から推定した深部体温を元に、熱中症リスクを図-4のような段階でリスクレベルとして評価し内部メモリに記録する。また、「カナリア」は警報機能を持ち、熱中症リスクレベルが3以上となると、本体表面のスピーカーからアラーム音を鳴らし、深部体温の上昇を装着者に知らせる機能を持つ。



図-3 熱中対策ウォッチ カナリア

| リスクレベル | 深部体温目安 |
|---------|------------|
| リスクレベル4 | 38.7~40.0℃ |
| リスクレベル3 | 37.7~39.0℃ |
| リスクレベル2 | 37.0~38.3℃ |
| リスクレベル1 | 37.5℃以下 |

■ 熱中症リスクをリスクレベル1~4で表現
■ アラームはリスクレベル3で発動
■ 深部体温の個人差を考慮(±1.3℃)

図-4 熱中症リスクレベルの評価基準

2.2 プレクーリングによる熱中症対策

本実証実験では、熱中症対策としてプレクーリングに着目し実践した。プレクーリングとは、体を動かす前に体温を下げておく方法であり、作業前に手足を水につけるなど簡便な方法で体温を下げることで、作業中の深部体温上昇を防ぐ効果が確認されて

いる²⁾。建設現場の労働環境では、作業性や衣服の制約から、作業中の冷却装備の携帯は困難であるが、作業前などの休憩中は比較的、身体冷却を実施しやすいと考えられる。ここ数年、熱中症対策として、体を効率的に冷やすことを目的とした製品が幾つか市販されている。今回は下記の2種類の製品を用いた方法でプレクーリングを実践した。

- 1) 蓄冷材による手のひら冷却(図-5)
- 2) アイススラリーの摂取(図-6)



図-5 蓄冷材



図-6 アイススラリー

2.3 実験方法

表-1に示す11カ所の建設現場において合計410名を対象に、2023年の7月上旬から8月末までの約2ヵ月間、「カナリア」による熱中症リスクレベルの記録を行った。各現場には対象人数分の「カナリア」と、蓄冷材を配付した。対象者は、実験期間中の稼働日の朝礼前から終業時までカナリアを装着(図-7)し、朝礼前と昼休憩時に蓄冷材を用いてプレクーリング(図-8)を実施した。また、8月の最終週には、1週間分のアイススラリーを各装着者に配付し、1日に1個摂取を行った。

表一 現場一覧と対象人数

| 現場名 | 対象人数 | 現場名 | 対象人数 |
|-----|------|-----|------|
| A | 50 | G | 40 |
| B | 50 | H | 35 |
| C | 50 | I | 25 |
| D | 50 | J | 10 |
| E | 50 | K | 10 |
| F | 40 | | |



図一 7 「カナリア」の装着状況



図一 8 蓄冷材による手のひら冷却状況

3 結果

実験期間終了後、11現場に配付した「カナリア」410台の内、337台を回収し、熱中症リスクレベルの記録を取り出した。表一2に装着者の職種別「カナリア」の回収台数、表一3にアラーム発報台数および、総アラーム回数を示す。

3. 1 時間帯別のリスク評価

図一9に時間帯別のカナリアのアラーム回数を示す。実験期間を通して14時台が最もアラーム回数が多く、13時台、11時台も200回を超えていた。図一10に示す時間帯別のリスクレベルの分布を見ると、アラーム回数が最も多かった14時台では、アラームが

表一 2 職種別「カナリア」の回収台数

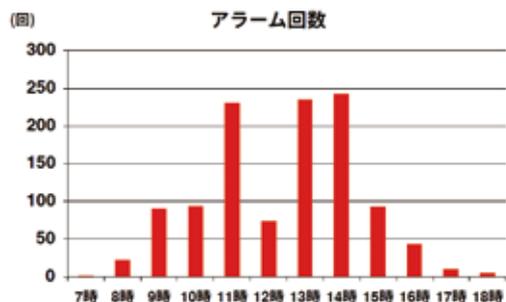
| 職種 | 台数 | 職種 | 台数 |
|-----|----|------|----|
| 土工 | 49 | 設備 | 3 |
| 型枠 | 12 | 電気 | 5 |
| 鉄筋 | 29 | 配管 | 3 |
| 鳶 | 69 | 重機操 | 2 |
| 鍛冶 | 22 | 雑工 | 8 |
| 外壁 | 8 | 警備 | 7 |
| 屋根 | 2 | 監督 | 52 |
| 墨出し | 6 | 職種不明 | 60 |

表一 3 分析結果概要

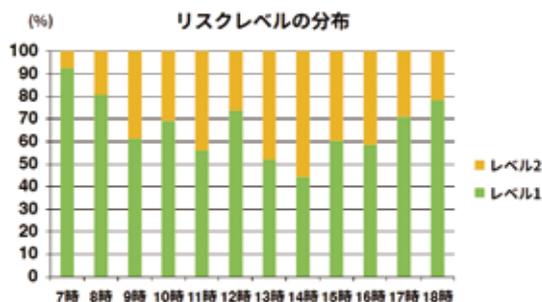
| | |
|----------|--------------|
| 回収台数 | 337台 / 410台 |
| アラーム発報台数 | 189台 (56.1%) |
| 総アラーム回数 | 1,159回 |

発報する手前であるリスクレベル2状態の割合が55%を超えている。これらのことから14時台が熱中症の予防として最も注意が必要な時間帯であることがわかる。

また、アラーム回数やリスクレベル2の割合は、14時台のピークから以降、右肩下がりとなっている。そのため、建設現場で一般的に行われている15時台の休憩を14時台に前倒しすることで、熱中症リスクのピークを回避する対策が考えられる。



図一 9 時間帯別のアラーム回数



図一 10 時間帯別のリスクレベル

3.2 職種別のリスク評価

職種別にカナリア1台あたりのアラーム回数を図-11に示す。図-11では、アラーム回数が多かった10職種を示している。アラーム回数は、「警備」が最も多く、次いで「鉄筋」であった。リスクレベルの分布を見た場合(図-12)、「屋根」はリスクレベル2の状態の割合が高く、期間全体を通して60%を超えていた。「警備」、「鉄筋」よりはアラーム回数が少なかったものの、「屋根」はリスクレベルが高い状態が持続しやすいことが確認できる。

ここで挙げられた、「警備」、「鉄筋」、「屋根」の職種は、日影が少ない場所での作業となることが多いため、リスクレベルが高かったと推察される。

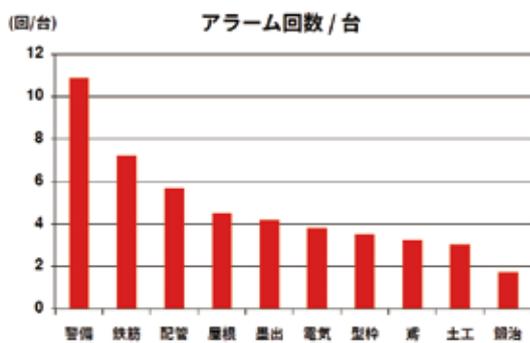


図-11 職種別平均アラーム回数 (1台あたり)

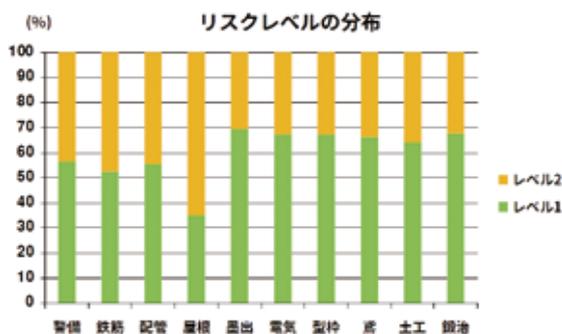


図-12 職種別リスクレベル分布の割合

3.3 プレクーリングの評価

図-13では、昼休憩(12:30)時点のリスクレベル別に、その日の午後(14:00~15:00)のアラーム発生確率を確認した。「昼休憩時にリスクレベルが2だった場合」は、「昼休憩時にリスクレベルが1だった場合」に比べて、3倍程度の頻度で午後アラームが鳴っていたことが確認できた。

昼休憩時に適切にプレクーリングをした場合、深

部体温が低下し、リスクレベルは1となることが推察される。したがって、休憩時に体を冷やす行動は、後の作業中にも熱中症リスクを減らす効果があると期待できる。

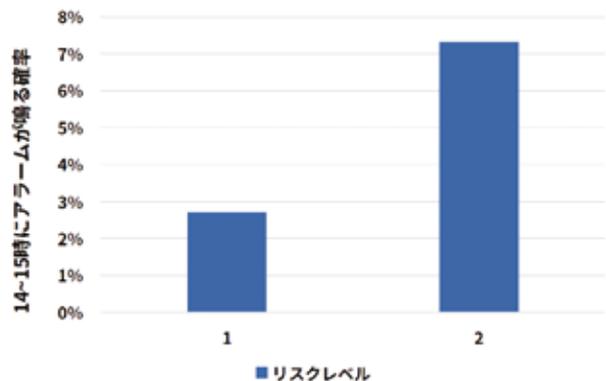


図-13 昼休憩時(12:30)のリスクレベル別に見た14台のアラーム発生確率

4 最後に

ウェアラブル型バイタルセンサを活用することで、建設現場における作業員の熱中症リスクを評価し、リスクが高い時間帯や職種を特定することができた。さらに、プレクーリングなど熱中症対策の効果を見える化することができた。本実証実験のように、バイタルセンサから得られたデータを分析していくことで、より効果的な熱中症の具体策を展開していくことが可能になると期待している。

今後、建設RXコンソーシアム 市販ツール活用分科会 バイタルセンサWG活動において、引き続きバイタルセンサの活用や熱中症対策について検討を進め、発信をしていく予定である。

実証実験の実施に際し、製品提供等にご協力いただいたBiodata Bank株式会社、シャープ株式会社、大正製薬株式会社の関係各位には、この場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 厚生労働省：令和4年 職場における熱中症による死傷災害の発生状況(確定値)
- 時澤ら.暑熱負担を軽減する作業前の実用的かつ簡便な身体冷却方法. 労働安全衛生研究. 2015; 8: 79-82.