

人間工学の動的評価手法による作業分析と負担軽減の研究

碎石路面歩行アシスト器具の考案

Research of work analysis for the burden reduction by dynamic evaluation method in ergonomic
Idea of the assist device for walking crushed stone road

(電力技術研究所 電気G)

(Electrical Engineering Group, Electric Power Research & Development Center)

電力設備作業では、身体に負担がかかる作業が多く存在する。高齢化の進展に伴い作業者の健康被害や怪我・事故につながる危険性が高まることが懸念される。今回、2016～2017年度の研究に引き続き、負荷が軽くても長時間行うことで身体に負担を与える作業も対象に加え、人間工学に基づく動的な評価手法による作業分析を実施し、その結果から負担軽減策を検討した。

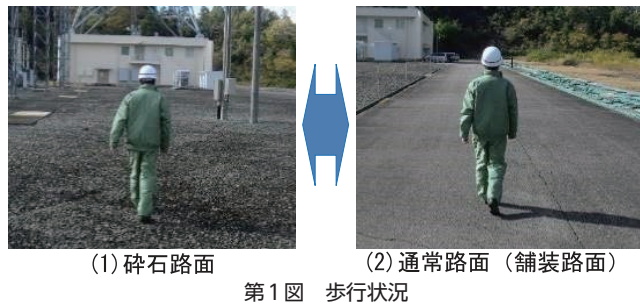
In power facility work, there are many tasks that put a burden on the body. With the aging of many workers, it is concerned about the risk of injury to workers and accidents will increase. This time, following the research in 2016-2017, the work burden analysis by the dynamic evaluation method based on ergonomics was performed for the work that puts a burden on the body by performing it for a long time even if the light load. From this results, an assist device for burden reduction the burden was examined.

1 評価対象作業の抽出

変電作業・送電作業における聞き取り調査により、日頃負担を感じている作業を抽出した。今回、変電所巡視における碎石敷地の歩行作業を紹介する。

変電所構内には接地抵抗増大による感電防止を目的として碎石が敷かれている。巡視作業で碎石路面を歩き回る際に、足が疲れやすいことを経験する人が多い(第1図)。

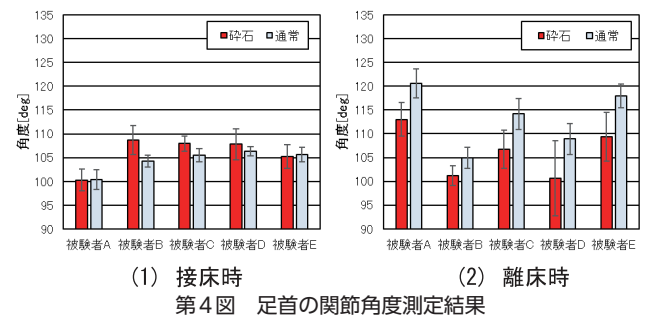
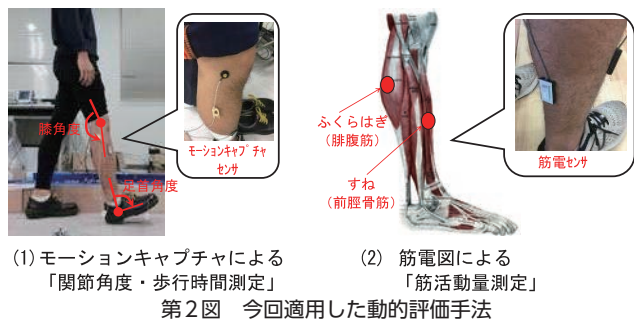
粒径30mmの単粒度碎石を幅0.6m・長さ5m・深さ0.15mに敷き詰めたスペースを作り、「碎石路面」を模擬した。通常路面は屋内床面を利用した。なお、実際の変電所巡視の場合と同様に、被験者は先芯・踏抜き防止板付きの安全靴を履いて歩行した(第3図)。合計5名の被験者が碎石路面と通常路面を交互に10回ずつ歩行して測定した。



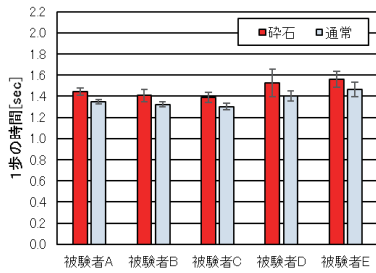
2 人間工学に基づいた作業分析

「人が歩く」という動的な作業であることから、動的な評価手法の一つであるモーションキャプチャによる位置座標からの「関節角度・歩行時間測定」、そして筋電図による「筋活動量測定」を行い、実際に碎石路面と通常路面を歩行して作業の負担度合いを比較・分析した(第2図)。

モーションキャプチャによる関節角度測定の結果、膝の関節角度は碎石路面歩行と舗装路面歩行に大きな有意差が見られなかったが、足首の関節角度は接床時(地面へ接する時)において舗装路面歩行に比べて碎石路面歩行の方が大きな角度になっていることがわかり、反面、離床時(地面から離れる時)には碎石路面の歩行の方が小さな角度になっていることがわかった(第4図)。

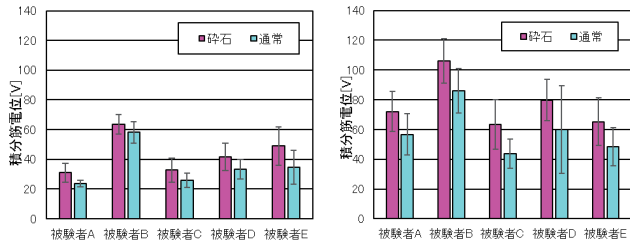


また、1歩にかかる時間は碎石歩行時の方が長いことがわかり、碎石路面歩行では1歩ずつ慎重になって歩いている傾向にあることがわかった(第5図)。



第5図 時間測定結果 (1歩にかかる時間)

次に筋電図による筋活動量測定の結果、ふくらはぎ(腓腹筋)およびすね(前脛骨筋)の両方で砕石歩行の方が積分筋電位が大きく、筋活動量が大きくなっていた(第6図)。



(1) ふくらはぎ (腓腹筋) (2) すね (前脛骨筋)
第6図 筋活動量測定結果

以上の結果を考察すると、砕石路面歩行では接床時に足首を伸ばし、離床時に足首を曲げて歩くため、着地している時間が長い、すなわち慎重に歩く傾向になっており、結果的に運動量が大きくなり、ふくらはぎとすねの負担が大きくなったと考えられる。これは砕石路面がぐらつきやすく不安定であることが原因と推定される。

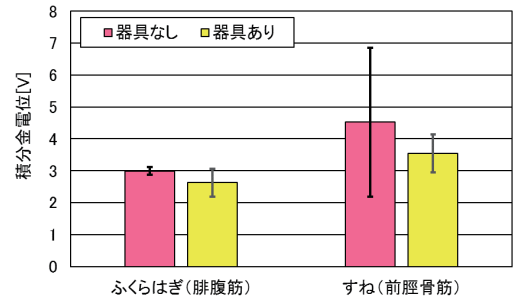
3 負担軽減策の提案

足首のぐらつきを抑制するために、第7図に示すようなアシスト器具を考案した。足が外側に傾かないように高強度の硬質プラスチックで製作し、紐を使って安全靴へ自由に着脱できる構造とした。



(1) アシスト器具 (2) 装着状態 (表面)
(3) 装着状態 (裏面) (4) 装着状態 (側面)
第7図 アシスト器具試作品

このアシスト器具を用いて筋活動量測定を行った結果、すね(前脛骨筋)およびふくらはぎ(腓腹筋)ともに筋活動量が低下している傾向にあり、作業負担が低減することがわかった(第8図)。



第8図 筋活動量測定結果 ※1名による測定

4 現場での試行

今回考案したアシスト器具を実際の変電所2箇所における巡視作業にて試行した(第9図)。



(1) A 変電所



(2) B 変電所 ※舗装路面でも確認
第9図 実際の変電所での試行

作業員6名に対し、30分以上の長時間の砕石路面歩行を行った結果、「足首が安定し、足の疲れが軽減した」、「砕石上では歩きやすくなった」等の評価が得られた。しかし、砕石路面歩行以外の作業(階段を上る、梯子を昇る、しゃがむ等)を行う際に、アシスト器具が支障になるケースがあり、構造面でさらなる改良が必要である。

5 あとがき

2016年度から取り組んでいる人間工学に基づいた作業分析と負担軽減の研究として、今回は負荷が軽くても長時間行うことで人体に負担を与える作業を対象として、変電所巡視における砕石敷地の歩行作業について紹介した。今後、アシスト器具の改良を行い、製品化を目指す予定である。本研究は、国立大学法人三重大学との共同研究である。



執筆者/杉本敏文