

仮設足場上における高齢作業者の 歩行および運搬特性

独立行政法人 産業安全研究所 江川 義之・独立行政法人 産業安全研究所 庄司 卓郎
大阪大学大学院人間科学研究科 臼井伸之介・独立行政法人 産業安全研究所 中村 隆宏

1. はじめに

ビル建築工事における墜落時行動のタイプでは、高齢・若齢者群共に移動時における墜落災害が多い¹⁾。そこで、高齢被験者と若齢被験者に仮設足場の作業床上で、歩行および運搬作業を行なわせ、負担の少ない作業環境条件を明らかにするために、生理・心理的負担を計測したので、その実験結果を報告する。

2. 実験方法

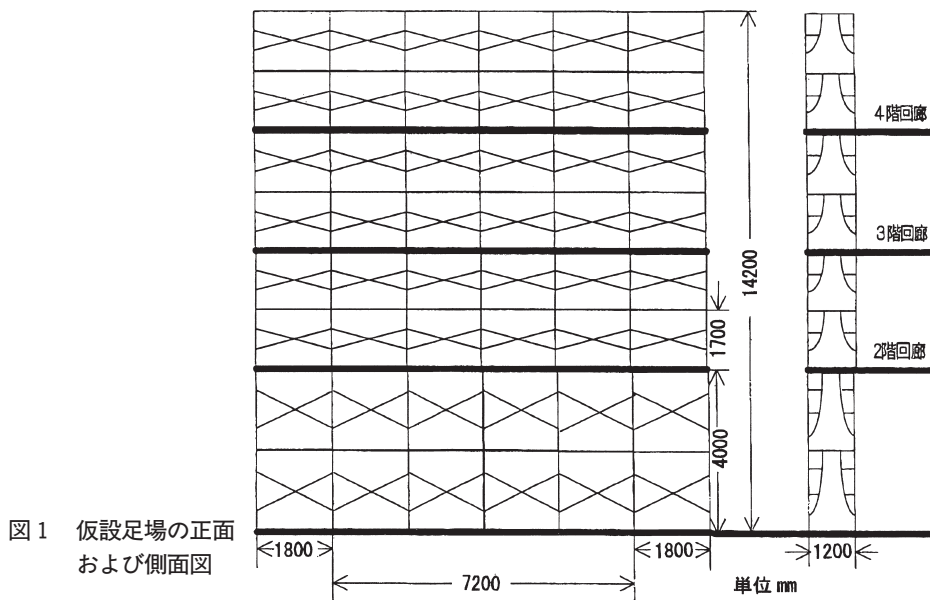
実験は図1に示した8層6スパンの枠組仮設足場を使用して行った。この仮設足場上で歩行および運搬作業を行わせ、層高さや作業床幅の異なる

作業条件による生理・心理的負担の相違を調べた。次に実験条件を示す。

図1で示した中央4スパン（長さ7,200mm）を往復させ、両端にある各1スパン（長さ1,800mm）でUターンさせた。歩行は手に何も持たずに移動（以下「歩行」という）、運搬作業は手に作業床（長さ1,800mm 幅500mm 単重9,900g）を持って移動（以下「運搬」という）させた。

層高さは地上と6層（地上より10,800mmの高さ）で、作業床幅は幅240mmと幅500mmの条件で実験を行った。

被験者は、高齢者群7名（平均57.1歳、標準偏差3.9歳）と若齢者群9名（平均33.4歳、標準偏差9.1歳）である。



し方をしている時間は、足が240mm 幅の作業床の外側に迫出している。

図4により、高齢被験者が作業床幅240mmを歩行する場合、ピッチ時間すなわち一步に要する時間が増加することを前述したが、これは足が作業床の外側に迫出している時間も増加していることである。すなわち作業床幅240mm歩行時は幅500mmより、バランスを崩し墜落の危険に繋が

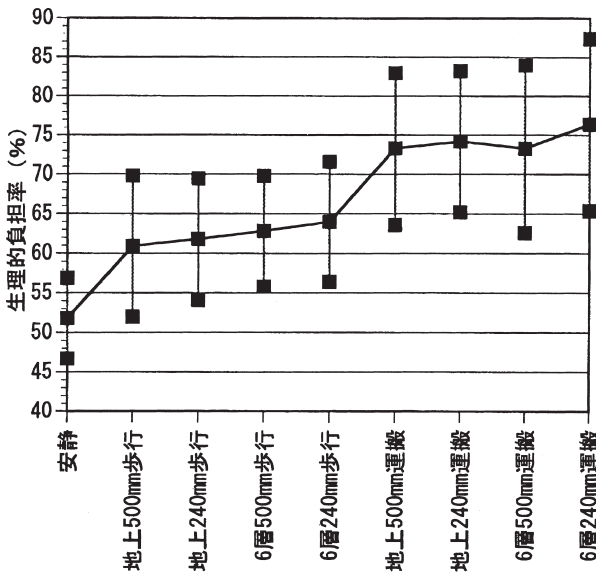


図6 高齢者群の各実験条件の生理的負担率

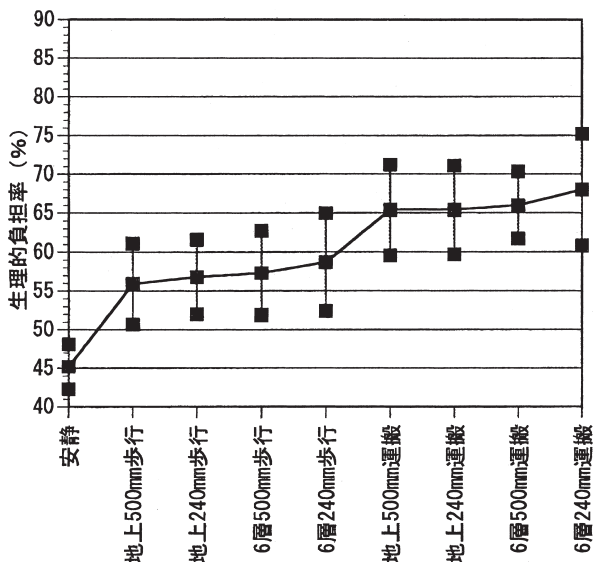


図7 若齢者群の各実験条件の生理的負担率

りやすい歩行形態をとる時間の割合が多いと考えられる。

3.2 歩行および運搬における生理的負担

高齢者群と若齢者群について、各実験条件（地上と6層・作業床幅・歩行と運搬）における生理的負担を調べるために、心拍数の計測を行った。

生理的負担の指標として、各被験者の最高心拍数に占める各実験条件の心拍数の比率を算出し、生理的負担率とした³⁾。そして最高心拍数は式(2)で求めた⁴⁾。

$$\text{最高心拍数} = 210 - 0.8 \times \text{年齡} \cdots \cdots (2)$$

図6は高齢者群（6名）の、図7は若齢者群（7名）の生理的負担率の結果である。

これらのグラフによると、地上と6層および作業床幅500mmと240mmでの変化は余り見られないが、高齢および若齢者群とも運搬時には生理的負担率の増加が観察された。

運搬時の生理的負担率の平均は、高齢者群が74.9%であり、若齢者群が67.0%であった。平均値の差の検定の結果、高齢者群と若齢者群の間に有意差がみられた ($t(11) = 2.23$, $p < .05$)。

高齢者群における生理的負担率74.9%は、ジョギング時の負担に相当する。これより高齢者群が運搬を行う場合、歩行速度を低下させ、生理的負担率を少なくとも70%以下にする必要がある。

高齢者群が速度を低下させた場合、それはピッチ時間の増加に繋がることを前述した。作業床幅240mmの場合、ピッチ時間が増加すると足が作業床の外側に迫出す時間も長くなるので、バランスを崩す危険性も高まると考える。

3.3 副次課題から見た心理的負担

地上と仮設足場 6 層上で歩行および運搬を行う場合の、高齢・若齢者群の心理的負担として精神的余裕度を計測した。

副次課題とは歩行および運搬中に、スピーカから数字を聞かせ、特定の数字が聞こえた時のみ、出来るだけ早く「はい」と声で応答

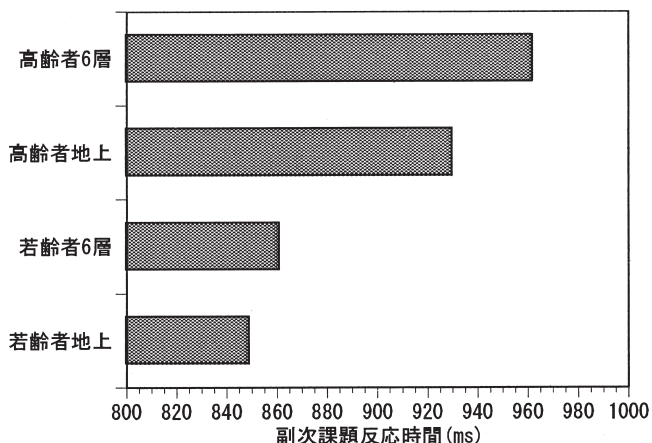


図 8 副次課題の反応時間

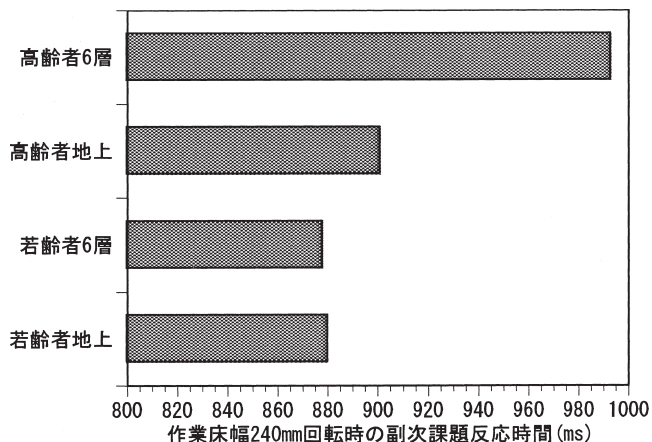


図9 回転動作時における副次課題反応時間

させる課題であり、その反応時間を計測した（詳細は2. 実験方法を参照）。

高所における運搬作業時などは心理的負担で余裕が無くなり副次課題の反応時間の延びることが予想される。そこで反応時間の延長から逆に、心理的負担を調べた。

図8に作業床240mm歩行時の反応時間を示す。図中「高齢者6層」とは仮設足場6層（地上高10,800mm）における高齢者群の反応時間の平均値である。高齢者群は若齢者群に比較して、また高所（仮設足場6層上）は地上に比べて反応時間の延びることが統計的にも明らかになった。

しかし、歩行と運搬および作業床幅500mmと240mmの違いにおける反応時間の相違は統計的には明らかに出来なかった。

次に、歩行動作を直線歩行（中央４スパン）と回転動作（両端にある各１スパンでのＵターン）に分けて、それぞれの副次課題反応時間を算出した。作業床上で方向転換をする時、足元に注意を向ける等の理由から、心理的負担が増大することを仮定して、このような分析を行った。

図9に作業床幅240mmにおける回転時副次課題反応時間の結果を示す。若齢者群は地上と6層（地上高10,800mm）で反応時間が変化しないが、高齢者群は地上に比較して6層上で回転動作を行う時、反応時間の増大することが明らかになった。これより、高齢者が高所でUターンなどの複雑な動作を行う時、心理的負担が増加することが推測される。

4. お わ り に

高齢作業者の歩行および運搬時の負担について、大要を示すと次のようになる。

1) 高齢作業者は、作業床幅が500mmから240mmに狭まると、歩行速度が有意に遅くなり、これは1歩に要する時間が増加するためである。

2) 運搬作業を行う場合に、高齢作業者は若齢作業より生理的負担が増加すると推測される。

3) 高齢作業者は、作業床幅240mm上の高所で、Uターン動作などの複雑な動作を行う場合に、心理的負担が増加すると推測される。

参考文献

- 1) 江川義之, 臼井伸之介ら, 建設工事における高所作業に関する人間工学的研究, 産業安全研究所) 特別研究報告, NIIS-SRR-No.28, p36, (2003)
- 2) 垣本由紀子, 航空自衛隊員の身体計測値 (装備品など設計のための人間工学的資料, 1988年測定), 航空開発実験集団航空医学実験隊 (1990)
- 3) P.O. オストランド, K. ラダール, 朝比奈一男監訳, 浅野勝己訳, 運動生理学, 大修館書店, (1982)
- 4) 小野三詞, 運動の生理科学, 朝倉書店, (1978)