D1-8

鉛直振動に対する年齢変化に伴う振動感覚閾に関する実験的検討

Experimental Examination about Vibration Perception Threshold with the Age Change for the Vertical Vibration

○杉崎貴弘[2]，　井上勝夫[1]
Takahiro Sugizaki[2],Katsuo Inoue[1]

AIJ Evaluation curve of vertical vibration is used for evaluate building performance for vertical vibration. However, the curve is not consider of human sense change by age. There are only a few documents about the changes of the vibration perception with the human age, and it is necessary to show the evaluation method that considered influence of the age based on many statistical experimental result. Therefore, in this paper shows the result that examined method for measurement of the threshold about the vertical vibration of the elderly person.

1. はじめに

建築物の床振動(鉛直振動)に対する評価には「鉛直振動に関する性能評価曲線」[1](以下，評価曲線)が用いられている．しかし，現在の評価曲線には年齢による感覚変化は考慮されていない．高齢化に伴う振動感覚の変化に関する文献は多少あるが数が少なく，系統的な実験結果に基づき，年齢の影響を考慮した評価方法を示していく必要がある．そこで，本報では第一段階として，高齢者の鉛直振動に関する閾値の測定方法について検討した結果を示す．

2. 実験概要

年齢に伴う振動知覚の変化について検討するため，測定方法の比較検討から行った．実験には既報[2]に示す振動台を用いて検討した．測定方法は Tab.1 に示す上下法，調整法，混合法の 3 種類とし，被験者には振動台の中央部であぐらの姿勢で座り，騒音を低減するためイヤーマフをつけた．与えた振動は鉛直方向の正弦波振動とし，周波数は 4Hz, 8Hz, 16Hz, 31.5Hz, 63Hz として，結果に一定した傾向が生じないように順序はランダムに与えた．尚，これら全ての実験に対する被験者は 21～23 歳の 5 名(男性 3 名，女性 2 名)で行った．

Table.1 Comparison of Experimental method

上下法	被：周波数ごと十分に感じる振動を10秒間与え その振動を覚えてもらう 実：そこから一定の速度で振幅を小さくする　（下降系列） 被：『振動を感じなくなった』瞬間にスイッチを入れる 実：測定を行う 実：振幅を0にし、振動を感じていないことを確認する そこから一定の速度で振幅を大きくする　（上昇系列） 被：『振動を感じた』瞬間にスイッチを入れる 実：測定を行う
調整法	被：周波数ごと十分に感じる振動を10秒間与え その振動を覚えてもらう 実：評価曲線のV-50まで振幅を下げる 被：そこから『振動を感じ始める』ところまで 被験者自身で振動ジェネレータを操作する 実：測定を行う
混合法	被：周波数ごと十分に感じる振動を10秒間与え その振動を覚えてもらう 実：振幅を0にし、振動を感じていないことを確認する そこから一定の速度で振幅を大きくする　（①上昇系列） 被：『振動を感じた』瞬間にスイッチを入れる 実：そこから一定の速度で振幅を小さくする　（②下降系列） 被：『振動を感じなくなった』瞬間にスイッチを入れる 実：そこから一定の速度で振幅を大きくする　（③上昇系列） 被：『振動を感じた』瞬間にスイッチを入れる 実：測定を行う

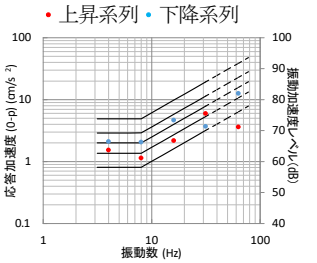

Figure.1 The results of up-down method

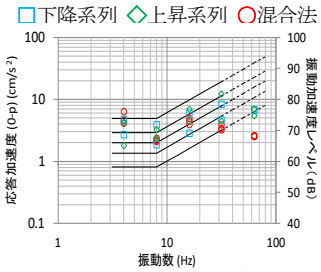

Figure.2 Comparison of the number of round trips

3. 測定方法の比較検討

Fig.1 は同一人物による上下法の上昇系列と下降系列を各 5 回測定した平均値を示している．全ての周波数において，上昇系列と下降系列での閾値の差が大きく発生した．そこで被験者にヒアリングを行ったところ下降系列ではいつまでも振動しているように感じるという意見があった．そのため，やり直しが多く時間がかかるのも欠点であった．

調整法は被験者自身が振幅を調整するダイヤルを操作するため，操作に集中してしまい，僅かな振動の認知に影響を及ぼすことが考えられたため適していないと判断した．

Fig.2 は混合法と上下法の同一人物における結果を示した．これを見ると上下法に比べ，ばらつきが小さいことがわかる．混合法は下降系列と上昇系列を連続的に繰り返すため，僅かな振動を認知する閾値実験において個人によるばらつきが小さくなる結果が得られた．また，実験時間も短縮できるため被験者に対する負担も少なくなることがわかった．従って，3 種類の測定

1:日大理工・教員・建築　2:日大理工・院・建築

方法の内，混合法が最もこの実験に適していると判断し，この方法についてさらに詳しく検討を行うこととした．

4. 混合法の詳細実験

まず，上昇系列と下降系列の往復回数の検討を行った．方法としては Tab.1 の③の後，再び②から繰り返すこととした．1 往復と 2 往復を比較した結果を Fig.3 に示した．それぞれの測定値には大きな差が見られないことから，所要時間の少ない 1 往復の方法を採用することとした．

次に，振幅の変化速度の検討を行った．Tab.2 に示すように 2 dB上昇又は下降させるのにかける時間の組み合わせを 3 パターン用いて検討した．Fig.4 は同一人物で同じ実験を数回ずつ行い，それぞれを標準偏差を用いてばらつきを比較した．これより 3 秒で統一させたパターンⅢが最もばらつきが小さく，安定した結果となったためパターンⅢを採用することとした．

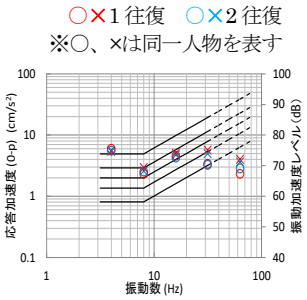

Figure.3 Comparison of the number of round trips

Table.2 Speed to 2dB change

	パターンⅠ	パターンⅡ	パターンⅢ
上昇系列	3秒	2秒	3秒
下降系列	3秒	2秒	3秒
上昇系列	4秒	3秒	3秒

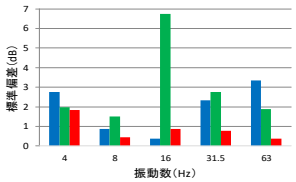

Figure.4 Speed pattern comparison

最後に，振幅の変化を連続的に行うか断続的に行うか検討した．この検討は被験者が振動を認知して合図をした時間と実験者が合図に気づき操作を止める時間にタイムラグが生じないようにするために行った．ここで断続的とは，2dB 上昇または下降させる毎に 3 秒間静止させるということである．Fig.5 より，連続的に加振した場合の方が断続的に加振した場合に比べ，値が大きいことがわかる．従って断続的に加振していく方法を採用した．

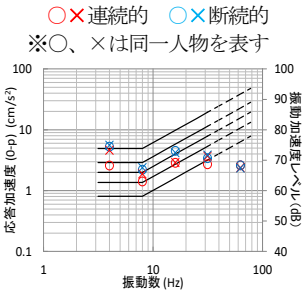

Figure.5 Comparison of continuous and intermittent

5. 閾値実験結果

測定方法の検討結果から混合法を用いて閾値実験を行った．被験者は 20 代の成人 36 名（男性 22 名，女性 14 名）及び高齢者 24 名（60 代 8 名，70 代 12 名，80 代 4 名）により行った．成人と高齢者の全被験者の結果をそれぞれ Fig.6，Fig.7 に示す．成人，高齢者共に

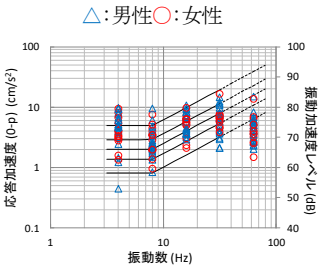

Figure.6 Result of young people

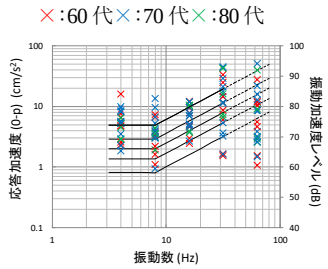

Figure.7 Result of the elderly

おおむね現評価曲線の範囲内に分布している．成人と高齢者を比較すると，成人は全周波数でばらつきが一定であるのに対し，高齢者は 31.5Hz 及び 63Hz で個人差が大きくなっている．実験後に高齢者へのヒアリングを行ったところ，常に腰がピリピリしていて，高い周波数になるとわかり難いという意見があった．周波数が高くなるにつれ，振動は揺れとして感じるよりも床面から刺激を感じるといったような，低周波数域とは感じ方に相違があることが考えられる．よって，全身振動に対する感覚判断方法について今後検討することが必要と考える．また，人間は年齢を重ねるにつれて衰えるものの一つとして末梢神経や中枢神経がある[3]．これら神経系の衰えの個人差が大きくなることからばらつきが大きくなったものと考えられる．

6. まとめ

高齢者を対象とした振動感覚閾値実験方法として，混合法を提案した．そして閾値実験の結果として，高齢者の場合 31.5Hz, 63Hz においてばらつきが大きくなる傾向を示した．今後は周波数帯域による振動の感じ方，周波数ごとの大きさ感覚などの検討を行っていくつもりである．

7. 参考文献

(1)日本建築学会編:「建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説」2004-5

(2)杉崎貴弘，井上勝夫他:「閾値の測定及び振動感覚特性の検討（鉛直振動に対する年齢変化に伴う振動感覚変化の実験的検討:その 1)」日本建築学会大会学術講演梗概集，pp149，2016.8

(3)幸原伸夫他:「短潜時体性感覚誘発電位を用いた知覚伝導時間の加齢による変化について」日本老年医学学会雑誌，25 巻 1 号，1988.1