

環境振動に対する作業難度に関する実験的研究

An Experimental Study on Work Difficulty by Environmental Vibration

住居学科 西地 文香 石川 孝重
Dept. of Housing and Architecture Fumika Nishiji Takashige Ishikawa

抄 録 環境振動に関する研究は主に体感に基づくものが多く、実生活で直接人体に影響を及ぼすであろう作業難度に関する研究はまだ多くない。特に、日常生活で起こり得る環境振動の振動範囲を広く対象に研究しているものは少ない。本研究では日常的な作業として注水作業・豆運び作業・針打ち作業・作図作業の4作業を取りあげ、振動台を用いた被験者実験を行うことで、水平振動下での作業難度を探った。その結果、作業全般を通して加速度を増加させると作業がしにくくなる傾向があるが、振動数が大きくなると加速度による作業難度に対する影響は小さくなることがわかった。また、作業ごとに振動による作業への影響が異なることも確認した。

キーワード：環境振動，水平振動，作業難度，注水作業，作図作業

Abstract Studies of Environmental Vibration are based on bodily sensation. There is little research on work difficulty which directly affects the human body. Moreover, there are almost no studies about a wide range of frequencies; such as environmental vibration in daily life. In this study, we carried out vibration table tests, which include four experiments such as pouring water, picking up beans with chopsticks, pricking holes in paper with a needle, and drawing diagrams as daily performances. Through this procedure, we examined the relationship between work difficulty and horizontal vibration. As a result, we figured out that work becomes difficult as acceleration increases. However, we also found when the frequency became higher, the impact on the experiment become lower. In addition, we confirmed that the vibration influenced varied in each experiment.

Keywords: environmental vibration, horizontal vibration, work difficulty, pouring water, drawing diagrams

§ 1 はじめに

日本建築学会の居住性能評価指針¹⁾も含め、既往の振動に関する規範は体感を基盤としている。

実際の居住空間において体感には主に人の感覚に影響するが、環境振動の中には人体に直接作用し人の行動を妨げるものがある。行動支障に関する先行研究では歩行^{2),3),4),5)}・片足立位^{6),7)}・階段昇降²⁾・注水作業^{6),7)}・机上作業²⁾等が行われており、また近年では地震を想定した強震時の避難行動に関する研究^{5),8),9)}もみられる。しかし、それらの研究はまだ実験数が少なく、振動範囲にも偏りがある。

そこで、本研究では水平振動が人の動作に及ぼす影響として、特に日常生活の作業に着目し広範囲の振動を対象として研究を行った。

本論文では、注水作業、豆運び作業、針打ち作業、作図作業の4つの作業を水平振動下で被験者実験を行い、各作業の特徴を知るとともに、水平振動が人の作業に及ぼす影響を探ることを目的とする。

§ 2 実験概要

2.1 実験装置

本学の動電型の加振装置を用いて被験者実験を実施した。用いた振動台は、振動発生器からの機械騒音が極めて小さく、被験者が入る3m四方、高さ3mの実験室(居室)の壁は鋼板の間に10cm程度のグラスウールを遮音材として充填しており、外部騒音を15dB程度低減させる効果がある。また、周辺要因をできる限り少なくするため、居室窓には鋼材製の蓋をして視覚的な手がかりを得られないようにし

た。この中で被験者4名が同時に同じ作業を開始し、アナウンスの指示に従って4つの作業を行った。居室内の配置を図1に示す。

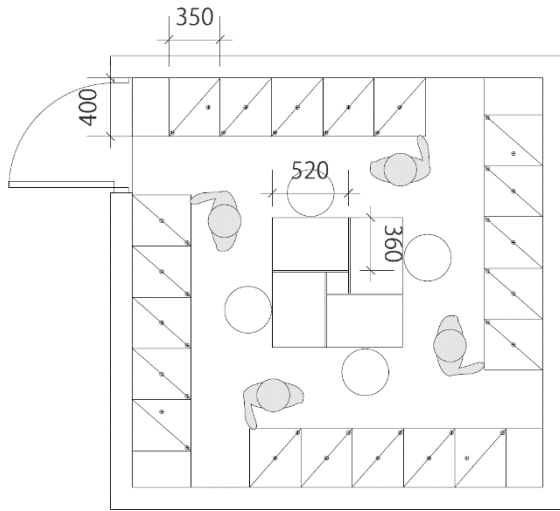


図1 居室内状況

壁の側面に向かって配置した注水台は、ステンレス板(横幅350mm奥行き400mm)の中央にビール瓶と同じ口径(直径27mm)の注水口が設けられたものが横一列に5つ組み合わせられたものである。側面に配置したのは被験者が他者の作業を視認できないよう配慮したものである。床から注水口までの高さは950mmであり、被験者は立った状態で注水を行う。また、ステンレス板にはこぼれた水を回収するためドレインが設けられており、注水口・ドレインから回収された水はステンレス板下に装着されたそれぞれのペットボトルに溜まる。このペットボトルは取り外し可能で、1実験(5振動)が終わった後ペットボトルを入れ替えて、続けて実験を行うことができる。

居室中央に配置した作業机は、横幅520mm奥行き350mm高さ700mmの机を4人分向かい合わせに配置したものである。作業机も注水台同様に振動床にボルトで接合されており、作業中に他者の作業が視認できないように机上から高さ500mmのパーティションを設けている。被験者は固定されていない丸椅子に座り、豆運び作業・針打ち作業・作図作業を行う。

2.2 振動種別

本実験で用いる入力振動は水平の正弦振動であり、図2に示す振動数0.16~40Hzの7種を任意の順序で実験する。加振は加速度最大値4.0~400cm/sec²を図3に示すように、増分、定常、増分、定常を繰り返す。図2の●が定常箇所である。実験中は振動台における加速度をサーボ型加速度計で計測し、入力振動の再現性を都度確認している。

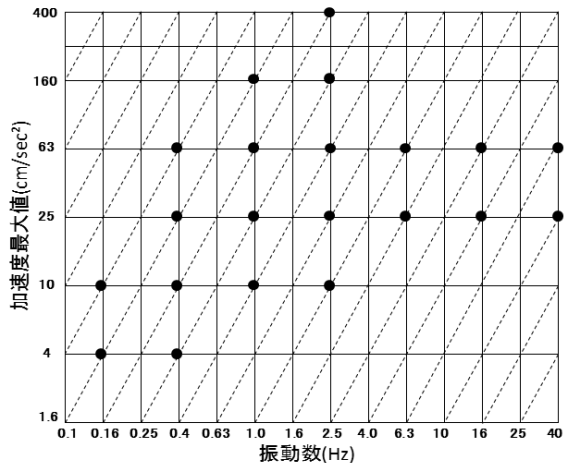


図2 入力振動の目標値

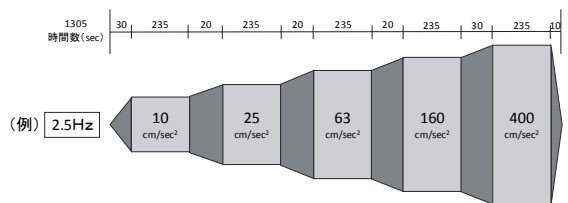


図3 加振状況

2.3 実験方法

本実験開始前には作業の精度が一定に保てるよう、各作業について十分な教示と被験者の作業が修練するまで練習を行った。その後、被験者には本実験と称した7振動分の試行実験を行ってから解析に用いる本来の実験を開始した。

本実験では、図3で示した定常部分で各作業と図4のアンケートに答えてもらった。実験は注水作業・豆運び作業・作図作業・針打ち作業の順に行い、作業は居室外から作業を指示するアナウンスに従って行うよう教示した。注水作業は注水台の注水口に立位で、右腕だけを使いやかんで水500mlを15秒間

A 水X (No. -①-)

*直線-横(6秒)

*直線-縦(3秒)

*正方形(4秒)

*針作業(40回)

①豆の個数

個

②豆作業

普通に選べる	やや選びにくい	かなり選びにくい	非常に選びにくい	選べない
まったく問題ない	あまり問題ない	問題がある	かなり問題がある	非常に問題がある

③注水作業

普通に注げる	やや注ぎにくい	かなり注ぎにくい	非常に注ぎにくい	注げない
まったく問題ない	あまり問題ない	問題がある	かなり問題がある	非常に問題がある

④作図作業

普通に描ける	やや描ぎにくい	かなり描ぎにくい	非常に描ぎにくい	描けない
まったく問題ない	あまり問題ない	問題がある	かなり問題がある	非常に問題がある

⑤針作業

普通に打てる	やや打ちにくい	かなり打ちにくい	非常に打ちにくい	打てない
まったく問題ない	あまり問題ない	問題がある	かなり問題がある	非常に問題がある

⑥振動について

まったく感じない	あまり感じない	感じる	強く感じる	耐えられない
まったく不快でない	あまり不快でない	不快である	かなり不快である	非常に不快である
まったく不安を感じない	あまり不安を感じない	不安を感じる	かなり不安を感じる	非常に不安を感じる
とても小さい	小さい	いぢぢでもない	大きい	大きい
レベル1以下	レベル3	レベル5	レベル6	レベル7以上
レベル2	レベル4			

風、台風の音、人の歩行の音、車の音、道路の音、鉄道交通の音、工事の音、雨の音、その他

カタカタ ヌググリ ユサユサ ガタガタ ドン
 ミシミシ ブルブル ユラユラ ガタゴト グラグラ
 その他

今感じている振動の強弱での行動についてどうお考えですか？

行動できるだろう	行動できるかどうかわからない	行動できないだろう
----------	----------------	-----------

振動内の日常的な振動の刺激フランクとしての程度ですか？

4	3	2	1	0
とてもよい	よい	普通(標準)	やむを得ない	あり得ない

今感じている振動を最も強弱で体験したことがありましたか？

体験したことがない	体験したことがある
-----------	-----------

→アンケートは繰り返りです。次のアナウンスがあるまでお持ちください。

図4 アンケート用紙

で注ぐ作業であり、制限時間内に500mlを注ぎきることを教示した。豆運び作業は作業机上に固定された、大豆30個が入った紙製の器(約直径15cm)から同じ大きさの空の器へ、椅子座位で右腕だけを使い、30秒間で可能な限り多くの豆を箸で移動する作業である。作業の際は手が器や作業机に触れないよう教示した。作図作業は作業机上のバインダーに固定されたアンケート用紙に記載された、直線横線(400mm)、直線縦線(200mm)、円(直径50mm)、正方形(1辺50mm)の基線を椅子座位で右腕だけを使い、赤ペンでそれぞれ6秒間(横線)、3秒間(縦線)、4秒間(円)、4秒間(正方形)で描く作業である。作図する際右手を用紙に触れず、ペン先のみが用紙に接する状態で作業するよう被験者に教示した。針打ち作業は作業机上のバインダーに固定されたアンケート用紙に記載された直径5mmの円の範囲に、持ち手のついたミシン針で、椅子座位で右腕だけを使い、0.5秒に1回のペースで20秒間

(40回)穴を開ける作業である。作業の際は右手は針の持ち手のみに触れ、用紙には針先以外のものが触れない状態で作業することを教示した。また、全作業共通して制限時間はアナウンスでカウントし、被験者はそれを頼りに制限時間内で作業を行った。

本実験は1日4名ずつ、計8日間で全32名(女性、18~21歳)を対象に行った。作業手順や条件を統一するため被験者は全員右利きである。実験日程8日間のうち前半2日間はA日程で行い、3日以降の6日間はB日程に変更して行った。A日程とB日程は振動の入力順序が異なる。これは長時間の振動暴露による被験者への負担を考慮して変更したものであり、特に船酔いなどの支障が懸念される振動数0.4Hzを長時間与えないよう組み換えたものである。なお、振動の入力順序は作業に及ぼす影響が極めて小さいことが確認されたため実験結果は同一に扱うこととする。

§ 3 作業結果の分類

本実験は作業ごとに得られる結果の性質が異なる。次に各作業の作業内容と「作業割合」を定義する。

- ・注水作業：水 500ml を注ぎ込む
500ml 中の注水できた水量と無加振時との結果比
- ・豆運び作業：30 秒間で大豆を運ぶ
1 秒間に運べた大豆の個数と無加振時との結果比
- ・針打ち作業：規定枠内に針穴を 40 回打ち込む
打たれた総数中の枠内に打たれた回数と無加振時との結果比
- ・作図作業：基線をペンでなぞる
基線からの 1mm あたりのはみ出し面積と無加振時との結果比

上記により基本的には作業間での比較が可能であると考えられる。ただし、作業割合の性質として注水作業・豆運び作業・針打ち作業は作業ができた作業割合であり、対して作図作業は作業ができなかった作業割合であるため注意が必要である。

また、振動の方向を表1に示す。以降は被験者の体の向いている方向を固定とし、人体に対して振動が前後/左右方向と表現する。

表1 振動の方向と作業の関係

作業種類	振動の方向	補足
注水作業	前後	-
	左右	
豆運び作業	前後	-
	左右	
針打ち作業	前後	-
	左右	
横線作図	前後	振動の方向に対して線が直交・並行
	左右	
縦線作図	前後	振動の方向に対して線が直交・並行
	左右	
円作図	前後 左右	(方向性なし)
正方形作図	前後 左右	(方向性なし)

§ 4 実験結果

4.1 無加振時の結果のばらつき

はじめに、各作業の無加振時の結果の平均とばらつきに注目する。各作業とも全被験者の実験結果中の最小値から最大値までを 20 分割した（そのためデータ区間は作業ごとに異なる）ヒストグラムを図5に示す。

注水作業は正規分布に近くばらつきも小さい。豆運び作業は本実験の4作業の中ではばらつきの大きい作業であり、針打ち作業は多くの人が作業しやすいことがわかる。このようなばらつきは実験条件に

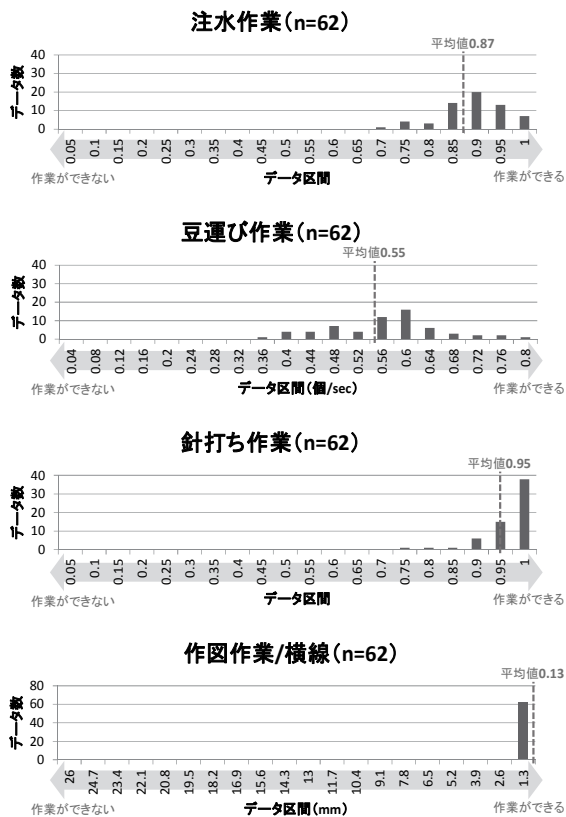


図5 無加振時の各作業結果の平均とばらつき

起因すると考えられ、針打ち作業は今回設定した規定枠（直径 5mm）が広めであることによるものと考えられる。作図作業は作業ができない割合が他作業に比べて大きいため、無加振時の実験結果の値を上記と同じ手法で 20 分割し図 6 に示す。

作図図形 4 つを比較すると横線が最もばらつきが小さく、縦線が最もばらつきが大きい。また、円と正方形のばらつきはほぼ同等であり、横線と縦線の中間のばらつき量と対応する。

4.2 注水作業結果

注水作業の実験で収集した実験データ 32 名分（42 種類の振動、計 1339）の個人の有加振時の結果を、個人の無加振時の結果で除し、振動ごとに被験者 32 名の平均値を算出し 2 次回帰したものが図 7 である。

全体の傾向として、加速度の上昇に伴い作業割合が小さくなっている。また、振動数 6.3~40Hz のよ

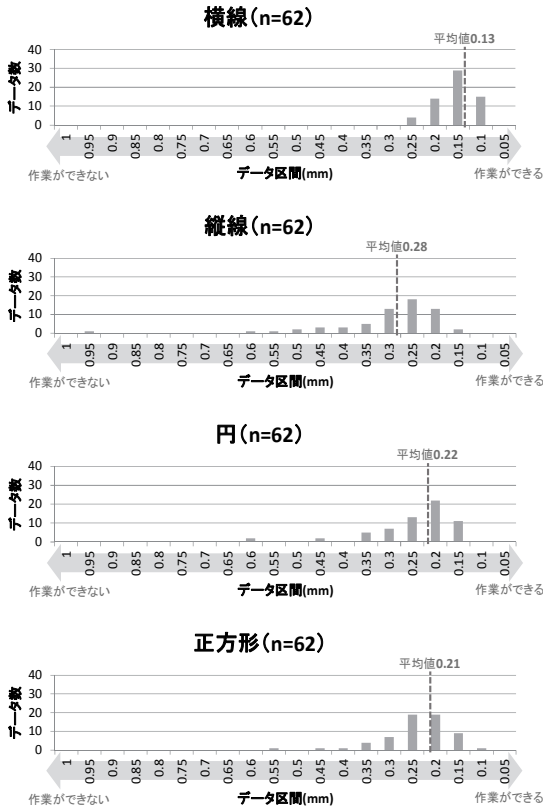


図6 無加振時の作図作業結果の平均とばらつき

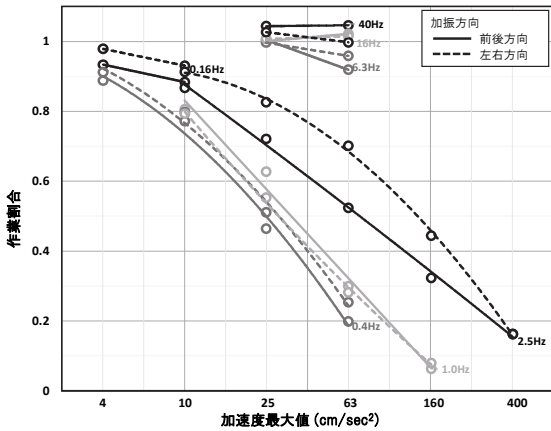


図7 注水作業結果

うな高振動数の範囲では縦軸 1.0 付近に留まる傾向がある。振動数が小さくなると曲線の傾きは大きくなり、注水作業では長周期の波になるほど小さい加

速度から作業に影響がでる。しかし 0.4Hz よりも長周期となる 0.16Hz の傾きは再び小さくなることから、注水作業では 0.4Hz 付近が最も作業に影響を及ぼし、振動数がそれ以下になると曲線の傾きは徐々に小さくなると考えられる。また、注水作業の加振方向に起因する違いは 2.5Hz 以外ではほとんどなく、2.5Hz でも特に縦軸 0.4~0.8 の範囲で違いが大きくなる。

4.3 豆運び作業結果

豆運び作業の実験で収集した実験データ 32 名分 (42 種類の振動, 計 1338) の個人の有加振時の結果を、個人の無加振時の結果で除し、振動ごとに被験者 32 名の平均値を算出し 2 次回帰したものが図 8 である。

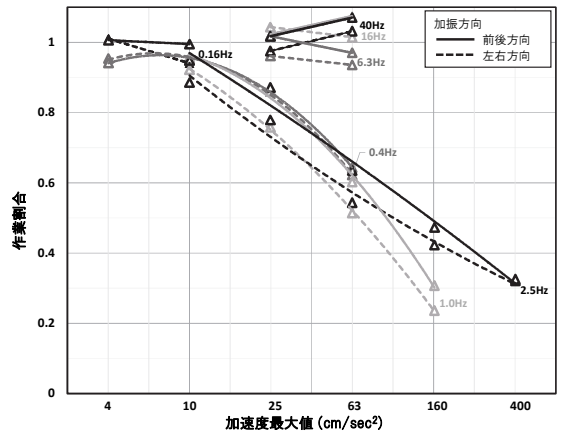


図8 豆運び作業結果

全体の傾向として、加速度 10gal 以下ではどの振動数も作業にほとんど影響がなく、加速度の上昇に伴い作業割合が小さくなっている。振動数 6.3~40Hz では曲線が縦軸 1.0 付近に留まり、高振動数では振動の影響がない。また、振動数 0.4~2.5Hz は 63gal まで加速度による影響はほぼ等しいが、63gal 以降では 2.5Hz よりも 1.0Hz の方が加速度が小さい範囲で作業に影響がある。加振方向に注目すると、全ての振動数で前後方向より左右方向の方が作業しにくい傾向を示す。この傾向は縦軸の作業割合が 0.4~0.8 の範囲で特に大きくなり、極端に作業がしやすいとき、さらに作業がしにくいときは加振方向による違いは小さくなると考えられる。

4.4 針打ち作業結果

針打ち作業の実験で収集した実験データ 32 名分 (42 種類の振動, 計 1336) の個人の有加振時の結果を, 個人の無加振時の結果で除し, 振動ごとに被験者 32 名の平均値を算出し 2 次回帰したものが図 9 である。

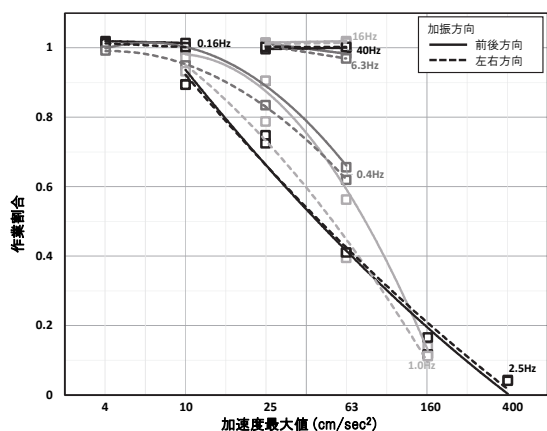


図9 針打ち作業結果

全体の傾向として, 加速度 10gal 以下ではどの振動数も作業にほとんど影響がなく, 加速度の上昇に伴い作業割合が小さくなっている。振動数 6.3~40Hz では, 縦軸 1.0 付近に留まる傾向がある。針打ち作業は他作業に比べて作業に影響のない高振動数の範囲が狭いため, ばらつきの小さい作業であろうことが推測できる。振動数 0.4~2.5Hz に着目すると 10~63gal では振動数が大きくなるほど作業がしにくい傾向があるが, 63gal を境に 1.0Hz の傾きが急激に大きくなり, 160gal では 2.5Hz よりも 1.0Hz のほうが作業がしにくい。加振方向は 0.4Hz, 1.0Hz 以外の振動数では違いがない。また, 前後方向の振動下では 0.4Hz, 1.0Hz はほぼ等しい曲線になるが, 左右方向の振動下では両者が異なる曲線になる。1.0Hz の加振方向の違いは縦軸 0.5~0.9 の範囲で特に大きいことから, 極端に作業がしやすいとき, さらに作業がしにくいときでは加振方向の違いは小さく考えられる。

4.5 作図作業結果

作図作業の実験で収集した実験データ 32 名分 (42 種類の振動, 横線・円・正方形 1337, 縦線 1336) の, 各図形の個人の有加振時の結果を, 個

人の無加振時の結果で除し, 振動ごとに被験者 32 名の平均値を算出し 2 次回帰したものが図 10~13 である。

全体の傾向として, 振動数 6.3~40Hz はほとんど作業に影響がなく縦軸 1.0 の付近に留まる。また, 作業に対する振動の影響が大きいのはおおむね振動数 0.4~2.5Hz の加速度 63gal 以降であり, 最も影響のある振動数は 1.0Hz である。図 10 の横線は加速度 63gal から急激に作業しにくくなる傾向があり, 加振方向の違いも 63gal から表れる。図 11 の縦線では, 横線と共通した特性以外に, 加振方向左右方向で他作業ではあまり影響のない 0.16Hz, 6.3Hz や 10gal 付近でも影響がある。横線・縦線の大きな特徴は線の方向と加振方向が直交するとき, 作業が振動に大きく影響されることである。したがって横線では加振方向前後方向に, 縦線では左右方向に大き

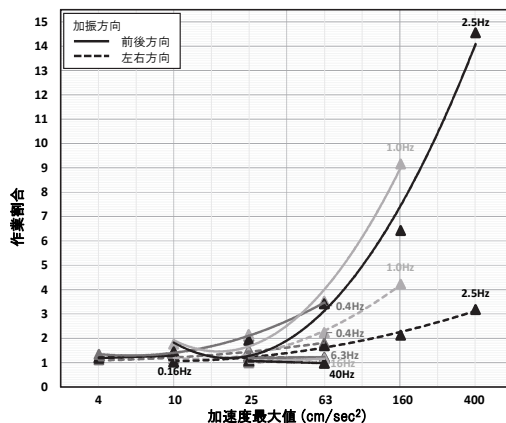


図10 横線作図作業結果

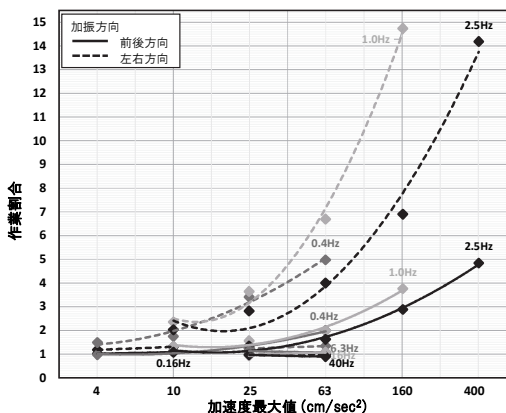


図11 縦線作図作業結果

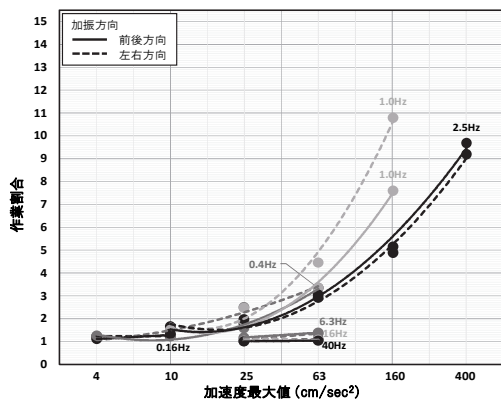


図 12 円作図作業結果

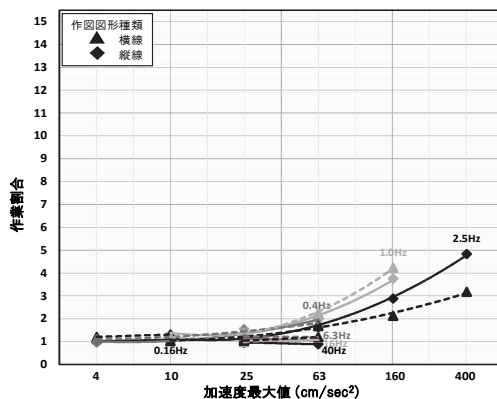


図 14 振動の方向に対して線が並行の場合

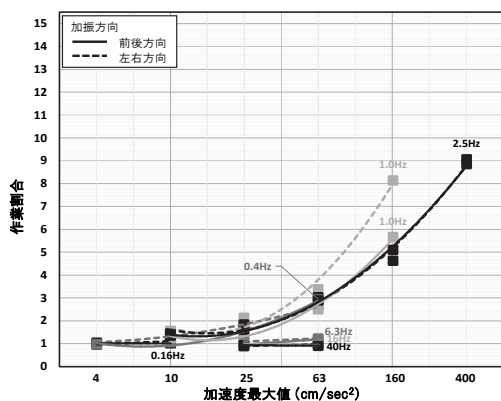


図 13 正方形作図作業結果

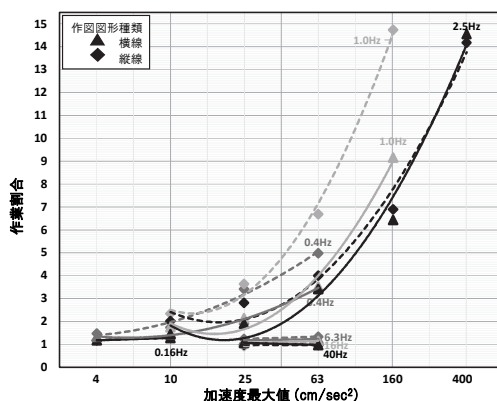


図 15 振動の方向に対して線が直交の場合

く影響される。

図 12 の円, 図 13 の正方形はほぼ同じ傾向を示している。振動数 0.4, 1.0Hz で加振方向の違いが特に大きく, 左右方向は 25gal から振動数ごとの違いがある。

次に, 横線と縦線を比較したグラフを図 14, 15 に示す。図 14 は線の方向と加振方向が並行である横線左右方向, 縦線前後方向の曲線を重ねたグラフ, 図 15 は線の方向と加振方向が直交する横線前後方向, 縦線左右方向の曲線を重ねたものである。

図 14 では, 横線の曲線と縦線の曲線の違いはほとんどないが, 振動数 2.5Hz の 160gal 以降で縦線の前後方向が作業しにくい傾向を示す。図 15 では, 振動数 0.4Hz, 1.0Hz で横線の曲線と縦線の曲線で違いがあり, 加速度が大きくなるとその違いも大きくなる。特に 1.0Hz では縦線の左右方向の方が横線の前後方向よりも圧倒的に作業がしにくい。これに

対して, 2.5Hz は 25gal 付近から加速度が大きくなると横線の曲線と縦線の曲線の違いが徐々に小さくなる傾向を示す。また図 14, 15 に共通して, 横線の曲線と縦線の曲線の違いが大きく現れるときは縦線の曲線の方が作業しにくい, 横線の曲線と縦線の曲線の違いが小さいときは横線の曲線の方が作業がしにくい傾向がある。

次に, 円と正方形を比較したものを図 16, 17 に示す。図 16 は円・正方形の前後方向を表す曲線を, 図 17 は円・正方形の左右方向を表す曲線をそれぞれ重ねたものである。

図をみると円と正方形はほぼ同じ傾向を示し, 違いはほとんどない。図 17 の振動数 1.0Hz でのみ円の方が作業しにくい傾向を示す。全体を通してほぼ違いはないものの, 円のほうが正方形より作業がしにくい傾向がある。

最後に図形 4 つの作業結果を全て重ねたものを図

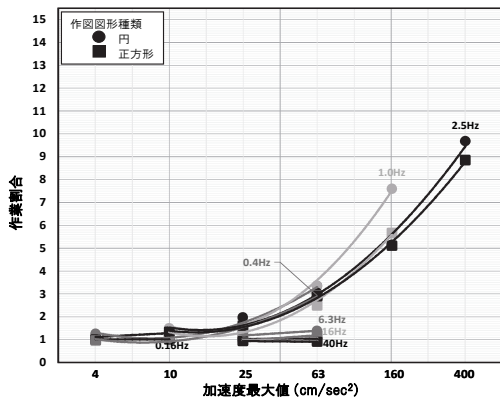


図 16 円・正方形による作業結果 (前後方向)

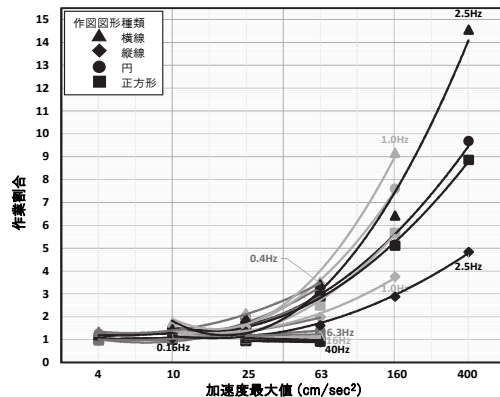


図 18 4 図形による作業結果 (前後方向)

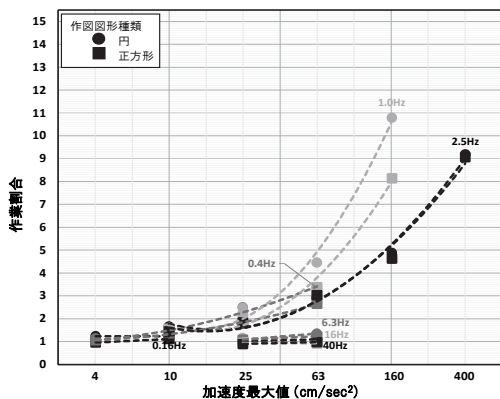


図 17 円・正方形による作業結果 (左右方向)

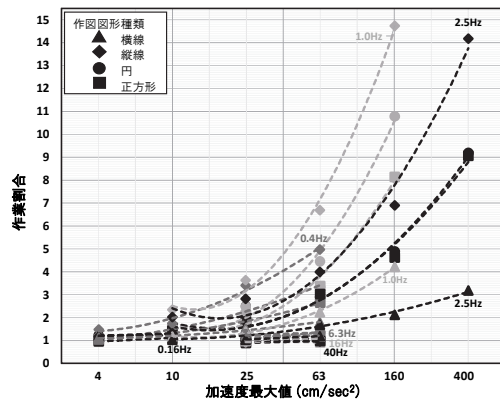


図 19 4 図形による作業結果 (左右方向)

18, 19 に示す。図 18 は全図形の前後方向の曲線を重ねたもので、図 19 は全図形の左右方向の曲線を重ねたものである。

図 18, 図 19 によるとどちらも縦軸の円と正方形の値が、横線の曲線と縦線の曲線の間位置することがわかる。このことから円・正方形の結果は横線・縦線の傾向の組み合わせであろうことが想定される。

§ 5 考察

5.1 注水・豆運び・針打ち作業

先に取り上げた図 7～図 9 のグラフを比較し、各作業の特性を把握する。全体的な傾向として加速度の上昇に伴って作業がしにくくなること、高振動数である振動数 6.3～40Hz は縦軸 1.0 付近で留まり加速度の影響がない。しかし、6.3Hz に関しては注水作業のみ 25gal から 63gal にかけて若干傾きに変化

しており、63gal 以降で作業がしにくくなる傾向を示す。また、高振動数における各作業のばらつきは、豆運び作業が最も大きく、針打ち作業が最も小さい。これは、「4.1 無加振時の結果のばらつき」と同様の傾向である。

次に振動数で比較すると、注水作業、針打ち作業は振動数を表す曲線の重なりがあまりないため作業が振動数に影響されるといえる。対して豆運び作業は 63gal までは振動数を表す曲線が重なっているため、その間の振動数による影響は少ないと考えられる。しかし 63gal 以上では 1.0Hz と 2.5Hz で曲線の軌道が異なる。

注水作業は振動数 0.4Hz が最も作業がしにくい振動数であり、振動数が徐々に大きくなると作業がしやすくなる。豆運び作業は 63gal 以降、1.0Hz が最も作業がしにくく、全体的に左右方向の振動が作業しにくい傾向を示す。針打ち作業は他作業に比べて

全体的に曲線の傾きが大きい。特に 63gal から急激に作業しにくくなる。160gal では 1.0Hz が最も作業しにくい傾向にあるが、それよりも 2.5Hz・400galの方が作業割合は小さい。また、豆運び作業同様に左右方向の振動に対して作業がしにくい傾向を示す。

3 作業の 0.4Hz, 1.0Hz, 2.5Hz を分けてグラフ化したものを図 20~22 に示す。

図 20 に示す 0.4Hz では豆運び作業と針打ち作業の曲線が重なっている。図 21 でも豆運び作業と針打ち作業が 63gal までは同様の傾向を示しているため、長周期において豆運び作業と針打ち作業はほぼ同じ傾向を示すことがわかる。注水作業は長周期で最も作業がしにくい作業である。

図 20, 21 と図 22 を比較すると、3 作業共通して 2.5Hz が各作業内で特異な性質をもつ。注水作業では他振動数にはない加振方向による違いがあり、針

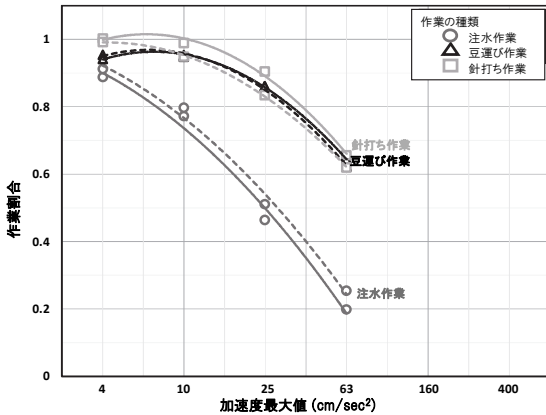


図 20 3 作業の 0.4Hz の結果

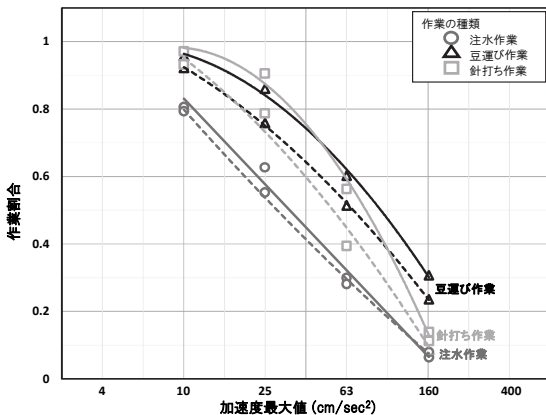


図 21 3 作業の 1.0Hz の結果

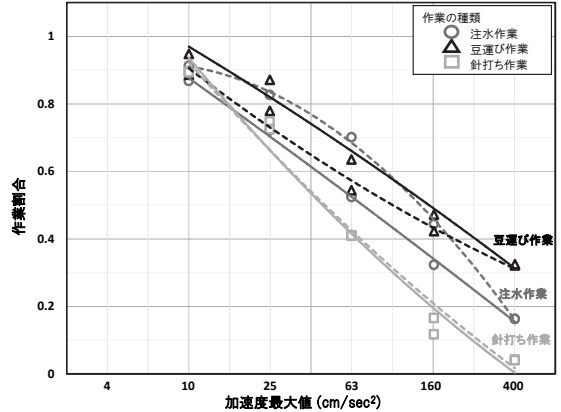


図 22 3 作業の 2.5Hz の結果

打ち作業では反対に加振方向による違いがほとんどない。また、3 作業共通して 2.5Hz の加振方向前後方向の曲線がほぼ比例関係にあり、2.5Hz が人体に対して特殊な振動数であることが推察される。

次に、3 作業の結果を加振方向で分類したものを図 23 に示す。加振方向の違いは、図 23 上に灰色の帯がかかった縦軸 0.4~0.8 の範囲で各作業とも大きくなる傾向がある。

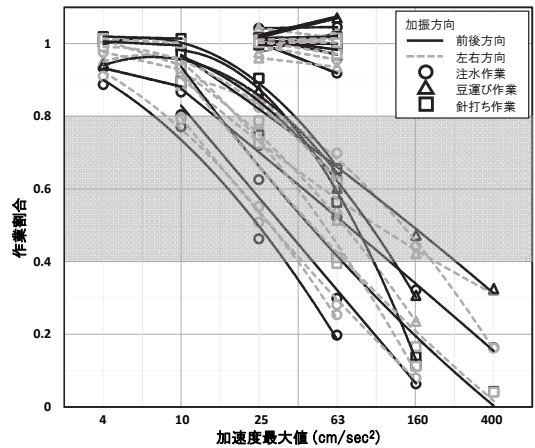


図 23 3 作業の結果の加振方向の違い

5.2 作図作業と他作業との比較

作図作業の特性として振動の方向に対して描画線が直交するときは作業が極端にしにくくなる。また、作図図形 4 つを比較すると図 18, 19 に示すように振動の方向と描画線の向きが直交のものと並行のもの間に円と正方形の曲線が表れる。そのため円と

正方形は線の方向を限定されない、作図作業の本質的な作業割合を示すと仮定して、以下で他作業と比較して考察する。

全体的な傾向として加速度が大きくなると作業がしにくくなる。これは他作業と共通しているが、作図作業は 63gal 以降の曲線の傾きが特に大きい。振動数 6.3~40Hz は他作業同様に作業割合 1.0 に留まる傾向がある。振動数ごとの違いは 63gal までは少なく、63gal 以降に 1.0Hz が 2.5Hz よりも作業がしにくくなり、この傾向は豆運び作業と類似している。また、160gal において最も作業しにくい振動数が 1.0Hz である点は 4 作業に共通している。加振方向に注目すると、作図作業は他作業と異なり加速度が大きくなると加振方向の違いが大きくなる。また、長周期の 0.4Hz・1.0Hz では特に左右方向が作業しにくい傾向を示す。2.5Hz は加振方向による違いはほぼないが、前後方向が若干作業しにくい傾向を示し、これは針打ち作業の傾向に類似している。

§ 6 おわりに

水平振動下での作業難度を明らかにするために、注水作業・豆運び作業・針打ち作業・作図作業に対する 32 名の被験者実験を行った。本実験で得られた知見を以下に纏める。まず、任意の振動数に対して加速度を上昇させると作業がしにくくなり、振動数 6.3~40Hz では加速度が上昇しても作業に影響はなく、作業に大きく影響する振動数は長周期の 1.0Hz であることが作業共通の結果である。しかし、作業ごとに異なる特性を持ち、加振方向によって作業難度に影響が表れることも明らかになった。

今回の研究目的は 4 つの作業から包括的に水平振動が人の作業性に及ぼす影響を明らかにすることである。また、同一の被験者にいくつかのアンケートも実施しており、人の感覚との対応についても今後検討する予定である。

謝辞

実験実施の際に支援戴いた、当研究室元修士生鈴木千尋氏、同元学部生斎藤美彩子氏、同学部 4 年長坂頌子氏、平間ちひろ氏、藤崎実玲氏、渡辺小百合氏、学部 2 年細川みのり氏ならびに、平田研究室学

部 4 年岩崎加奈氏、高田聖佳氏、日向夏実氏と、被験者として実験に協力戴いた皆様に謝意を表する。

参考文献

- 1) 日本建築学会：建築物の振動に関する居住性能評価指針・同解説、丸善、第 2 版、2004.5.
- 2) 後藤剛史：居住性に観点を置いた高層建築物に生じる振動の評価に関する研究（その 1）振動に対する人間の各種反応、日本建築学会論文報告集、第 237 号、pp.109~119、1975.11.
- 3) 後藤剛史、小島信男、山田水城：振動床上の人間の挙動について その 2 歩行性状、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.389~390、1971.11.
- 4) 渡辺勇市、松島早苗：地震動時の歩行特性に関する実験的研究－水平単振動の場合－、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.113~114、1998.9.
- 5) 貞弘雅晴、斉藤大樹、間崎明彦、小豆畑達哉、高橋徹、野口和也：振動台実験に基づく大地震時の行動限界曲線の導出、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.475~476、2006.9.
- 6) 後藤剛史、岩佐義輝、渡辺哲夫、鶴巻均、市川秀雄、岡松真之：高層住宅の振動居住性に関する実験的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.417~418、1990.10.
- 7) 後藤剛史、野口憲一、坪井善隆、古川修文：長周期大振幅複合水平振動に関する居住性実験その 1. 片足立位感及び注水作業性について、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.413~414、1988.10.
- 8) 高橋徹、貞弘雅晴、斉藤大樹、小豆畑達哉、森田高市、野口和也、箕輪親宏：長周期地震動を考慮した人間の避難行動限界評価曲線の提案、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.497~498、2007.8.
- 9) 大野雄大、中村友紀子、増澤暁、高橋徹、木村銀河：強震時の不安度の定量化に関する実験的研究 その 4 2014 年の実験結果と考察、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.867~868、2015.9.