

## ホイールトラクタの座席震動に関する実験的研究(第1報) : 平坦地における基礎実験

森田, 紘一

<https://doi.org/10.15017/14801>

---

出版情報 : 九州大学農学部演習林報告. 47, pp.271-294, 1973-03. 九州大学農学部附属演習林  
バージョン :  
権利関係 :

# ホイールトラクタの座席振動に関する実験的研究 (第1報)

——平坦地における基礎実験——

森 田 絃 一

## Experimental Study on Vibrations at the Driver's Seat of Wheel Tractor (1)

—Fundamental Experiment at the Flat Road—

Kōichi MORITA

### 目 次

- |                                  |                  |
|----------------------------------|------------------|
| I. はじめに                          | 1) 実験方法          |
| II. 実験用トラクタ, 測定装置, 測定位置,<br>測定方向 | 2) 実験結果と考察       |
| 1. 実験用トラクタ                       | 4. 走行速度と振動加速度    |
| 2. 測定装置                          | 1) 実験方法          |
| 3. 測定位置                          | 2) 実験結果と考察       |
| 4. 測定方向                          | V. 制動による振動       |
| III. 停止時の振動                      | 1. 実験の目的         |
| 1. 実験の目的                         | 2. 実験方法          |
| 2. 実験方法                          | 3. 実験結果と考察       |
| 3. 実験結果と考察                       | VI. 障害物乗り越しの際の振動 |
| IV. 走行中の振動                       | 1. 実験の目的         |
| 1. 実験の目的                         | 2. 実験方法          |
| 2. 砂利道走行中の振動                     | 3. 実験結果と考察       |
| 1) 実験方法                          | VII. おわりに        |
| 2) 実験結果と考察                       | 引用文献             |
| 3. 砂利道および舗装道路走行中の振動              | Résumé           |

### I. はじめに

わが国では、近年林業用ホイールトラクタによる集材作業がかなり普及してきている。九州地方でも、国有林に13台（昭和46年度：林業統計要覧）のホイールトラクタが導入され、阿蘇、霧島山系の火山灰土壌の緩傾斜地を中心に利用されている。

この種のホイールトラクタは集材作業に導入されてからの歴史も浅く、使用される場所が傾斜地で、しかも伐根、枝条、岩石などの地表障害物が点在する林地であるために解決されるべき多くの問題点がある。ところが現状においては、メーカー側ではその性能（けん引力、登坂能力、走行性能など）あるいは耐久性の向上などに重点がおかれ、また研究面では、ホイールトラクタを用いた集材作業方法および作業工程などを中心とした施業に関する研究や、けん引抵抗などトラクタの性能に関する研究などがようやく着手されたにす

ぎず、建設機械などにみられる人間に対する配慮が、林業用ホイールトラクタではみられない実情にある。

これは非常に重要な問題であり、労働力が不足してきて機械力に頼らざるを得なくなった近年では、機械を導入することによって作業能率の向上をはかるとともに、機械を使用することによって人体がそこなわれないよう運転者の精神的あるいは肉体的条件の改善・向上に努め、運転による疲労を最少限におさえるよう最善の努力がなされなければならない。

トラクタの運転に起因する疲労には極めて複雑な要素が入り混っているが、考えられる要因としては、振動、騒音、機械操作の煩雑さ、操作する機器（ペダル、レバーなど）の配置の不良など機械自体によるもの、地形の険悪さ、気象条件など外的な因子によるもの、さらに運転者自身の肉体的、精神的な状態などがあげられる。

今後さらに拡大していくと思われるホイールトラクタによる各種作業を支障なく円滑に行なっていく上で、十分考慮されなければならない運転者の疲労に対し、大きな影響力をもつ振動の問題をとりあげ、以下若干の考察を試みる。

運転者の疲労に大きな影響を与える振動には、人間の手足の触れる部分の局部振動と人間全体の振動すなわち乗心地とがある。

局部振動については、チェンソーの場合にみられるように各種の研究が行なわれており人間に対する限度として Simkin の曲線などが与えられている。

また乗心地については、加速度、振幅、振動数、振動の性質、振動の伝播する方向、振動にさらされる時間などが乗心地を決定する要因となることが明らかにされ、パワースペクトル法やクロススペクトル法がその解析方法として用いられているが、しかしそれらを受ける人間の感覚的な面からみると乗心地の良否を決定するものには、個人差やその時その時の肉体的あるいは精神的状態によって大きく左右される要素があるために、まだまだ不明な点も多く、乗心地というものを決定するには至っていない。

トラクタには性質、方向、大きさなどの異なった振動が複雑に組合わされて生じている。それを大別すると次のようになる。すなわち

- ① 上 下 振 動
- ② 前 後 振 動
- ③ 左 右 振 動
- ④ 縦 揺 れ (ピッチング)
- ⑤ 横 揺 れ (ローリング)
- ⑥ 偏 揺 れ (ヨーイング)

①②③はそれぞれトラクタの重心の上下、前後、左右方向の進行運動であり、④⑤⑥はトラクタの重心を通る左右軸、前後軸、上下軸のまわりの回転運動である。

またトラクタの振動源としては、エンジンの回転、動力伝達装置の振動、路面の形状などが考えられる。

したがってここでは、ホイールトラクタ作業における乗心地を決定するために、その第1段階として、前述の前後、左右、上下の3振動について、それらを振動加速度としてとりだす基礎実験を行なった。

なおこの研究を行なうに当たり、終始御指導、助言を賜った中尾博美助教授ならびに実験

に際し多大の援助を与えられた高橋進，牧瀬初子両氏に対し，ここに謹んで感謝の意を表する。

## II. 実験用トラクタ、測定装置、測定位置、測定方向

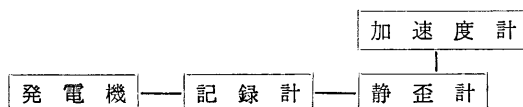
### 1. 実験用トラクタ

この実験に使用したホイールトラクタは T50 ロギングトラクタ（岩手富士産業 KK 製）で，その諸元は次に示すとおりである。

全長	5,235 mm	
全幅	2,280 mm	
全高	2,450 mm	
最低地上高	490 mm	
全整備重量	5,900 kg	
機関	日野 DM 100 形ディーゼルエンジン 水冷 4 サイクル直列予燃焼室式	
総行程容積	4,313 cc	
最大出力	73 PS/2,400 rpm 時	
最大トルク	22.5 kg·m/1,800 rpm 時	
走行速度	高速	低速
前進 1 速	4.2 km/h	2.2 km/h
2 速	8.7	4.5
3 速	15.0	7.7
4 速	27.0	14.0
後進 1 速	4.2	2.2
最小旋回半径	4,725 mm	
登坂能力	35°	
伝動装置		
主クラッチ	乾式・単板，足動式	
変速機	前進 4 段，後進 1 段，等速カミ合式	
副変速機	常時カミ合式 2 段	
カジ取装置	ピボットステアリング・油圧操作式	
ブレーキ	センタブレーキ式，油圧操作デスクブレーキ	

### 2. 測定装置

加速度計：UA-120-5	（新興通信工業 KK 製）
静歪計：PS7/LT 静歪計	（ " " ）
記録計：ビジグラフ PR 101	（三栄測器 KK 製）
発電機：スパーワット 300	（ホンダ技研工業 KK 製）



この記録装置は上の模式図に示すように接続されている。すなわち、加速度計をホイールトラクタの測定位置に固定し、これがとらえた振動加速度を静歪計をダイナミックに用いて、これを介して記録、測定するものである。

また、トラクタが走行する場合には、これらの装置を測定車に登載して伴走させ、上記の要領で記録測定を行なう。

### 3. 測定位置

振動を測定する場所は、本研究の目的が乗心地を決定するところにあるため、次の3ヶ所とした。

- ① 運転席近傍の車体
- ② 運転席の背もたれ
- ③ 運転席のひじかけ

### 4. 測定方向

加速度計では重心を通る軸のまわりの回転運動である縦揺れ（ピッチング）、横揺れ（ローリング）、偏揺れ（ヨーイング）はとらえることができない。そこで加速度計でとらえることができる進行運動の上下振動、左右振動、前後振動を測定の対象とした。そのため測定方向は次の3方向とした。

- ① 左右方向（X方向）
- ② 前後方向（Y方向）
- ③ 上下方向（Z方向）

## III. 停止時の振動

### 1. 実験の目的

このトラクタの機関は往復機関である。そのためエンジンを駆動させると、不つりあい慣性力、慣性偶力およびクランク回転力の反作用としてのモーメントが生ずる。そしてこれらが振動源となって、機関の支持部（懸架装置）を介して車体（運転席）に伝達される。

ここでは、トラクタが停止している時、機関の回転がどのような振動として運転席に伝達されているかを測定した。

### 2. 実験方法

トラクタを停止した状態すなわちトランスミッション（変速機）およびトランスファーケース（副変速機）を「中立」の状態ではエンジンを駆動させる。そしてエンジン回転数をアイドリングの状態（600 RPM）から最高の2,400 RPMの間に、次の5段階の変化を行なう。

- |         |           |
|---------|-----------|
| 600 RPM | （アイドリング時） |
| 1,000   |           |
| 1,500   |           |
| 2,000   |           |
| 2,400   | （最高）      |

以下の実験についても同様であるが、このエンジン回転数は、トラクタの計器盤に設置されている回転計の指針によった。この回転計は精度が低いので、正確なエンジン回転数の把握は困難であるが、一応この実験に必要な役割は果しているものと考えられる。

次に、エンジン回転数を上記の各段階に保持して、回転計の針が振れずに安定してから記録計を操作し、記録測定する。これを3測定位置、3測定方向について行なった。

### 3. 実験結果と考察

エンジン回転数と振動数との関係を示したものが、図-1、図-2、図-3である。一般的には、エンジン回転数が最低の600 RPMで60~70 CPSの振動数を示し、1,000~2,000 RPMで100 CPS前後を保つが、エンジン回転数を最高の2,400 RPMにあげると、急速にアイドリング時(600 RPM)の振動数60~70 CPS付近に落ちる傾向が認められる。この傾向は測定位置および測定方向には関係なくほとんど同じである。

次に、エンジン回転数と振動加速度との関係を図示すると、図-4、図-5、図-6のとおりである。これらの図より、一般的な傾向として、エンジン回転数が1,000 RPM付近で振動加速度は最小値をとり、その後エンジン回転数の増加につれて振動加速度の増加が認められる。

また図-5、図-6にみられるように、運転席のひじかけにおける左右(X)方向および背もたれにおける前後(Y)方向に著しく大きな振動加速度が生じているが、これは運転席の構造およびその取り付け方に起因しているものと考えられる。すなわち、これらの部分は固定がそれ程堅固でなく、とくに支持力の弱いそれぞれの方向(ひじかけの左右方向、背もたれの前後方向)には、わずかの振動が与えられても、共振によって、伝達された振動が増幅され、非常に大きな値になったものと考えられる。

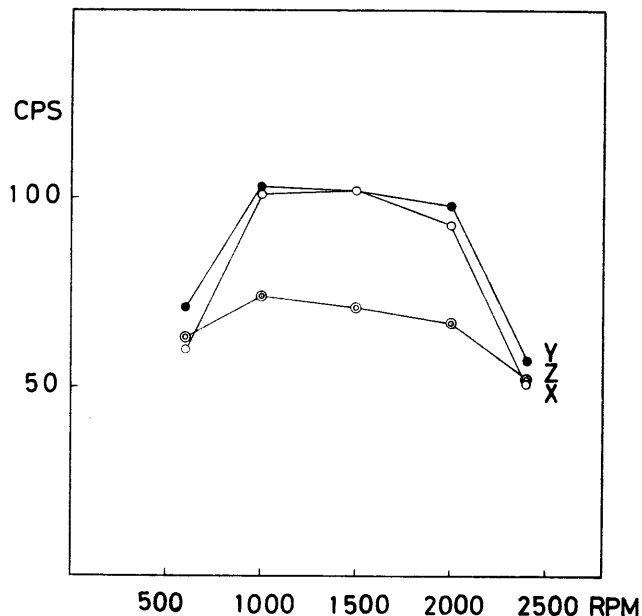
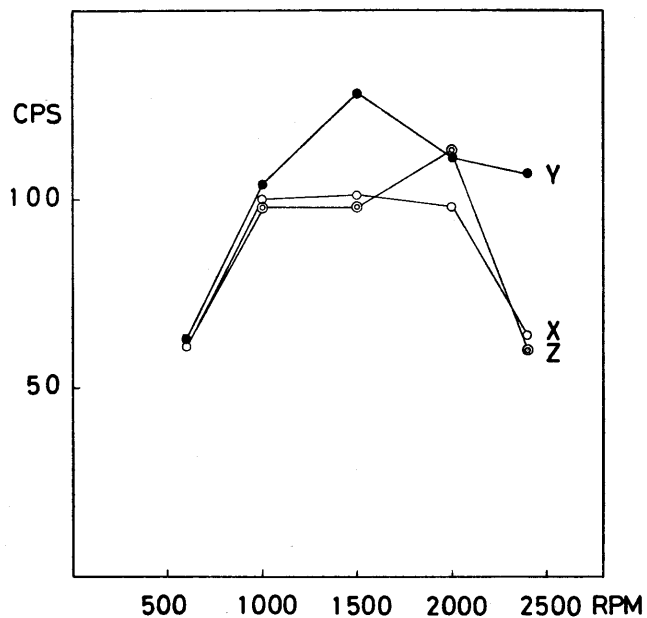
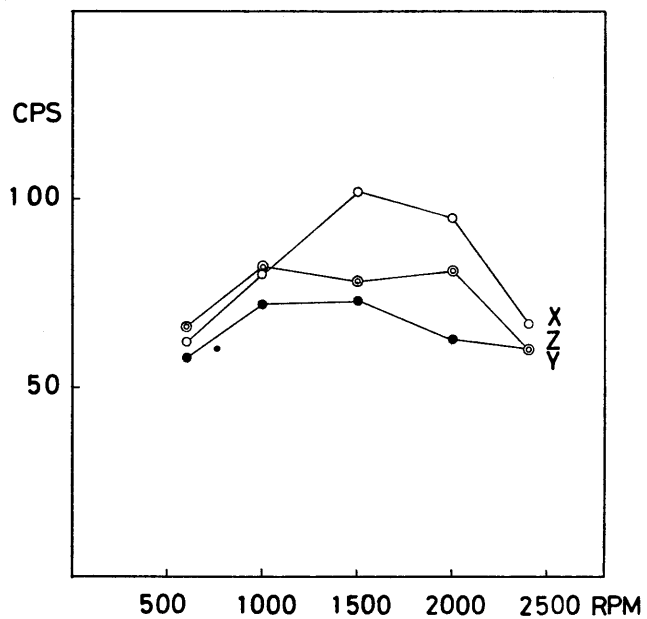


図-1 エンジン回転数と振動数との関係(停止時、運転席近傍)



図一2 エンジン回転数と振動数との関係（停止時，ひじかけ）



図一3 エンジン回転数と振動数との関係（停止時，背もたれ）

その点運転席近傍の車体では，図一4 に示すように，運転席のひじかけや背もたれにくらべ，その構造が主な原因となっておこる共振による増幅も少ない．そのためここではエンジンの回転によって生じた振動に近いものが，その懸架装置を介して伝達されているものと考えられる．

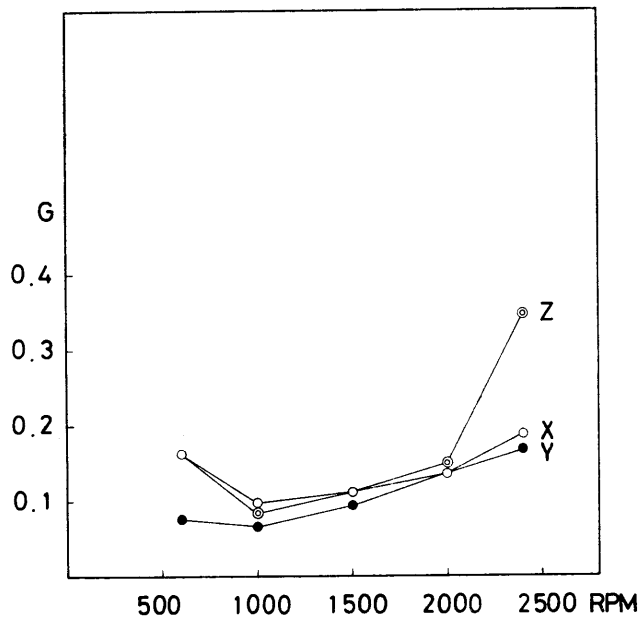


図-4 エンジン回転数と振動加速度との関係（停止時，運転席近傍）

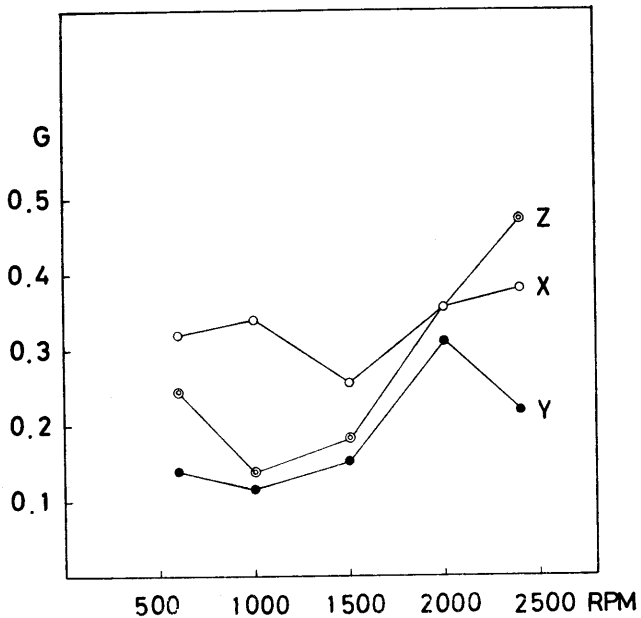
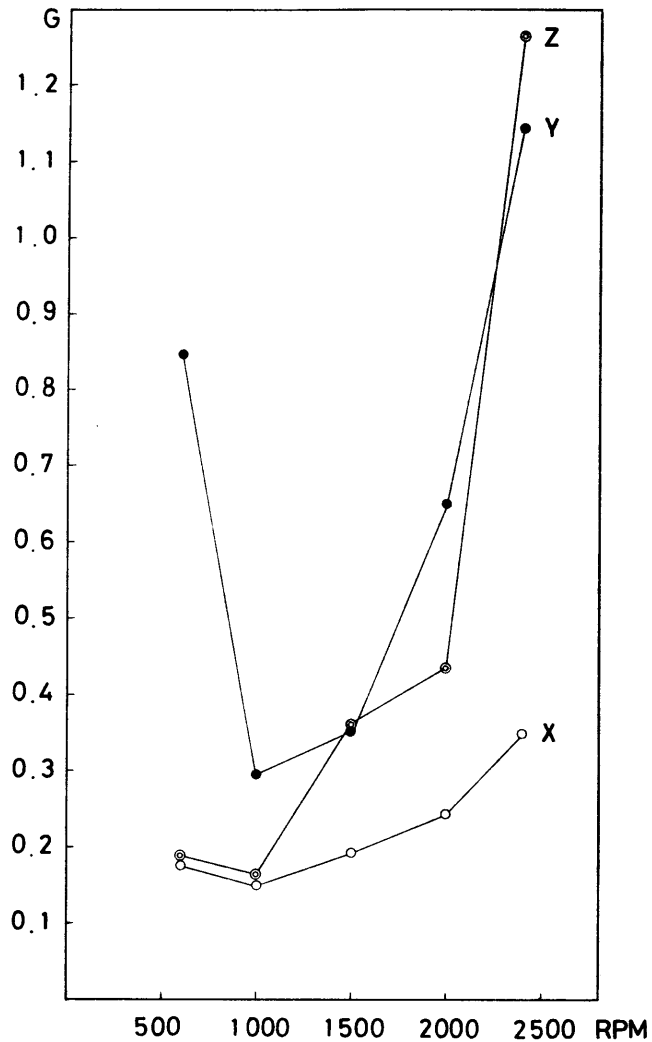


図-5 エンジン回転数と振動加速度との関係（停止時，ひじかけ）

そこで，運転席近傍の車体における振動加速度についてその傾向をみると，①エンジン回転数が 2,000 RPM 以下では，測定位置，測定方向による振動加速度の差異はほとんど認められないが，②前後 (Y) 方向の振動加速度が全般的に小さく，③エンジン回転数が 2,000 RPM 以上になると，上下 (Z) 方向の振動加速度の増大が著しい。





図一六 エンジン回転数と振動加速度との関係（停止時，背もたれ）

以上の結果を取りまとめてみると、

① トラクタの走行を停止してエンジンを高速回転させる場合、すなわち実際の作業では、ウインチ・ラインを伸ばして木寄せ作業を行なうような場合がこれに相当するが、この場合には上下振動が乗心地を決定する重要な要素となることが推察できる。

② また、運転席のひじかけの左右方向および背もたれの前後方向には、著しく大きな振動加速度が生じており、運転席近傍の車体における振動加速度の3～4倍もの値を示している。これは運転席の構造に起因していると推察できるので、座席のとりつけ方、クッションの改良などその構造に対して十分の配慮が必要である。

## IV. 走行中の振動

### 1. 実験の目的

トラクタが走行している場合には、①エンジンの回転による振動、②動力伝達装置からの振動、③路面の凹凸による振動が合成されて車体（運転席）に伝達される。③については、路面の形状はきわめて不規則でこれを定性的または定量的に表現することは困難であり、したがってこれによっておこる振動についてもとらえがたい。しかし、この振動はそのままが伝達されるものではなく、タイヤやショックアブソーバなどによって吸収され幾分弱められる性質のものである。

ここでは路面の形状に基づく振動をなるべくなくすために、凹凸の少ない路面をえらび、そこを走行する際に車体に生じる振動を測定した。

まずはじめに、一般の砂利道を走行する際にトラクタの運転席に生ずる振動加速度を測定し、次に、アスファルト舗装道路でも同じ実験を行ない両者の比較検討を行ない、最後にトラクタの走行速度と振動加速度との関係を求めた。

### 2. 砂利道走行中の振動

#### 1) 実験方法

試験走路は一般の砂利道上に設けた。この走路は平坦で路面の凹凸による振動への影響は無視できるものと考えられる。

トラクタの走行条件としては、変速を①変速装置（トランスミッションとトランスファーケース）を一定に保ってエンジン回転数を変化させて行なう場合と、②エンジンの回転数をほぼ一定に保ち、変速装置の速度段の組合せをかえて行なう場合の2とおりの方法を採用した。

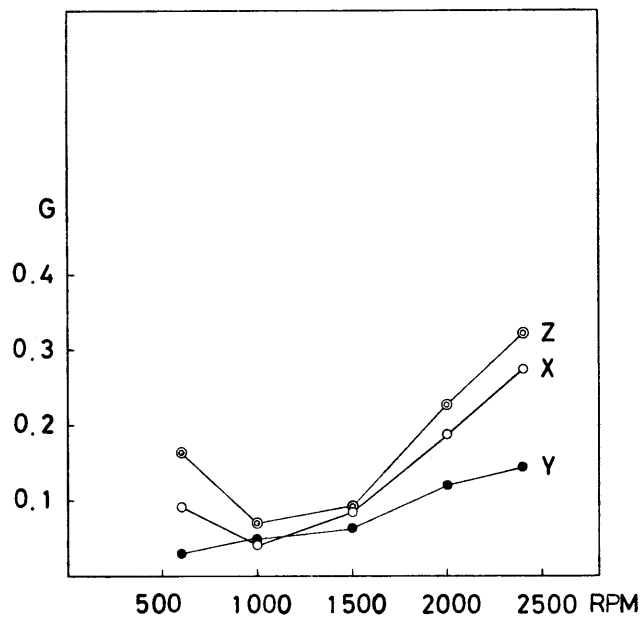
測定は、トラクタが上記の走行条件を満足し、走行状態が安定したところで記録計を操作して行なった。

#### 2) 実験結果と考察

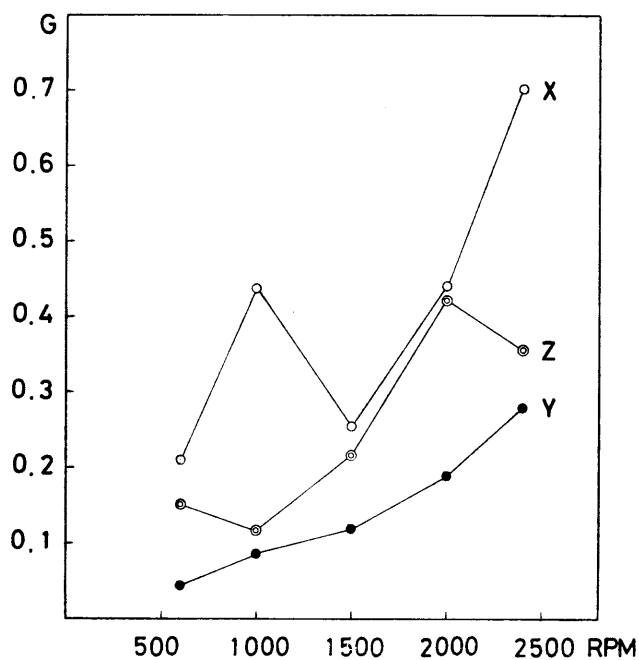
一般の平坦な砂利道を、トランスミッション2速段、トランスファーケース低速段にて走行しているトラクタについて、そのエンジン回転数と振動加速度との間の関係を示したものが図-7、図-8、図-9である。

図-7より、運転席近傍の車体では、トラクタが停止している場合（図-4）と似かよった傾向が認められる。すなわち、エンジン回転数が1,000 RPM付近で振動加速度は最小となり、その後エンジン回転数が増加するにつれて振動加速度も急速に増大している。

また方向についてみると、前後（Y）方向の振動加速度がもっとも小さく、上下（Z）方向の振動加速度がもっとも大きな値を示している。さらに、トラクタが停止している場合に比し、左右（X）方向の振動加速度が著しく大きな値を示しているが、この原因として次のことが考えられる。すなわち、このトラクタのカジ取装置がハンドルによるものではなくて、油圧操作式である。そしてあそびがないために蛇行しやすく、トラクタを直進させるためには終始進行方向の制御を行なう必要がある。この進行方向の制御を行なうために左右方向の振動加速度が大きくなることが考えられる。とくに走行速度が増せば増すほど、すなわちエンジン回転数があがればあがるほど油圧装置は強く作動するので、エン



図一七 エンジン回転数と振動加速度（砂利道走行中，運転席近傍）



図一八 エンジン回転数と振動加速度との関係（砂利道走行中，ひじかけ）

ジン回転数の増大すなわち走行速度の上昇につれ，左右方向により大きな振動による影響があらわれてきたものと推察できる。

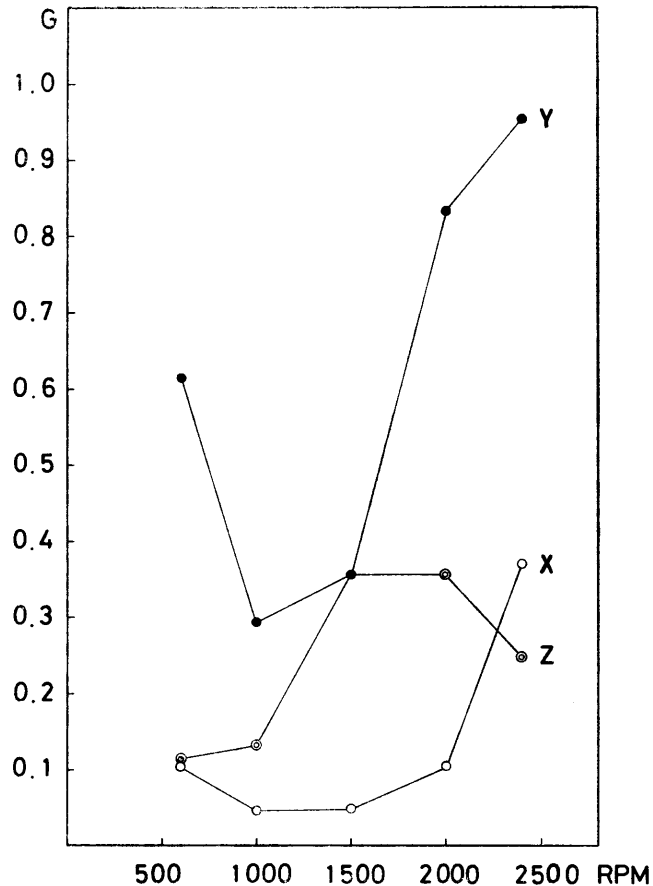


図-9 エンジン回転数と振動加速度との関係（砂利道走行中，背もたれ）

また、ひじかけ（図-8）および背もたれ（図-9）の部分には、上記の運転席近傍の車体における場合と同様の傾向も、あるいはある一定した傾向も認められない。しかしひじかけでは左右（X）方向、背もたれでは前後（Y）方向の振動加速度が著しく大きな値を示している。ここでも運転席の構造上の特質に基づくものと考えられる傾向が顕著にあらわれている。

### 3. 砂利道および舗装道路走行中の振動

前述のように、運転席のひじかけと背もたれには、その構造上の問題点が非常に多い。そこで、トラクタの車体（とくに運転席付近）に伝達されている真の振動加速度を得るには、3つの測定位置のうちでは運転席近傍の車体をもっとも適当であると考えられる。そしてまた測定方向のうちで、前後（Y）方向は制動による衝撃あるいは障害物乗り越しの際以外には振動加速度の大きな値を示すことはないと考えられる。

そこで、トラクタを砂利道上と舗装道路上を同じ条件で走行させ、運転席近傍の車体について、その左右（X）方向および上下（Z）方向における振動加速度を測定し、両走路における振動加速度について比較検討を行なった。

### 1) 実験方法

トラクタの走行速度を、①トランスミッション、②トランスファーケース、③エンジン回転数の3者を次表のように組合せて変速し、同じ走行条件下で砂利道とアスファルト舗装道路の試験走路上を走行させた。

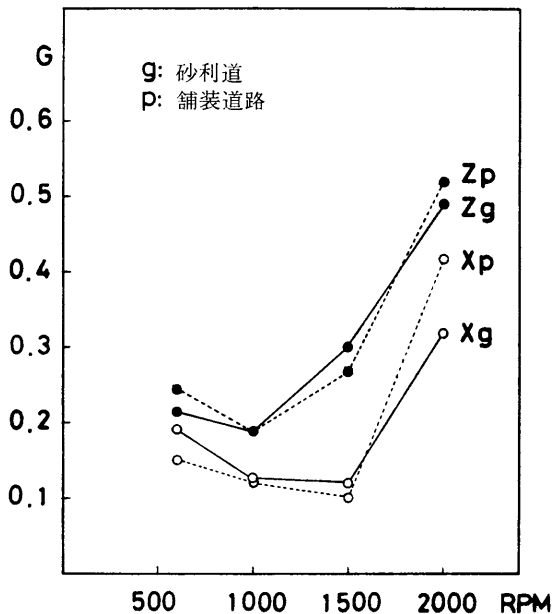
トランスファーケース		トランスミッション		エンジン回転数
低	速	1	速	600 RPM 1,000 1,500 2,000
		2	速	
		3	速	
高	速	1	速	
		2	速	

測定方法は、トランスファーケースとトランスミッションの速度段を低—1速、低—2速、低—3速、高—1速、高—2速と切り換え、各速度段において、エンジン回転数を所定の回転数（600、1,000、1,500、2,000RPM）に保ち、回転計の針が振れずに安定した走行状態になった時に、記録計を操作した。

### 2) 実験結果と考察

実験結果は、図—10、図—11、図—12、図—13、図—14 に示すとおりである。

両試験走路とも、エンジン回転数の増加に対して振動加速度が示す傾向は前述の場合と全く同様である。すなわち、エンジン回転数 1,000 RPM 付近で振動加速度は最小値をとり、その後エンジン回転数が増加するにつれて振動加速度も上昇する傾向にある。そしてまた上下（Z）方向の振動加速度が左右（X）方向よりも大きな値を示している。



図—10 エンジン回転数と振動加速度の関係（低—1速）

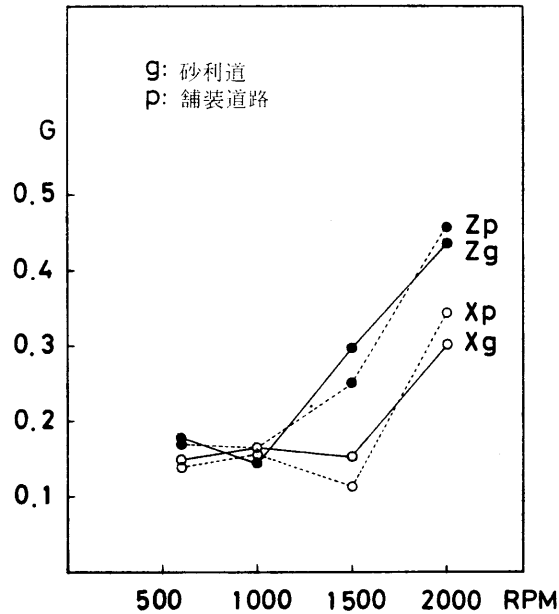


図-11 エンジン回転数と振動加速度との関係（低-2速）

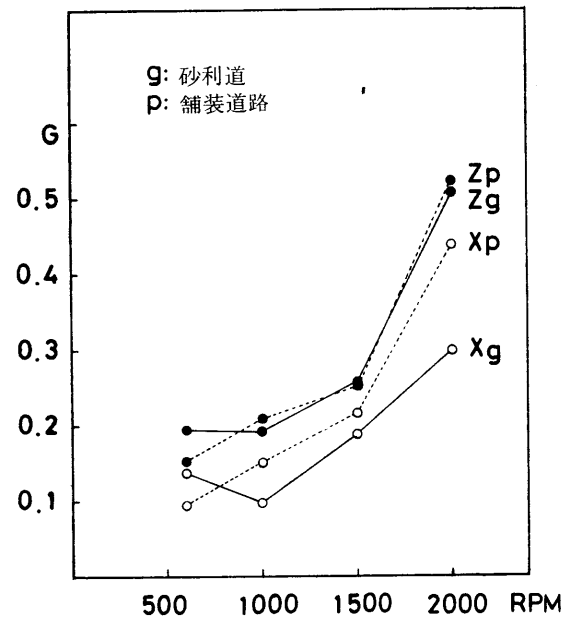


図-12 エンジン回転数と振動加速度との関係（低-3速）

トラクタが低速度で直進する場合には、両試験走路間で著しい振動加速度の差は認められなかった。これは、このトラクタが低圧・大径タイヤとショックアブソーバを装備しているため、少々の路面の凹凸による振動はそれらによって吸収されてしまったものと考えられる。そしてエンジン回転数が 2,000 RPM を越すと砂利道より舗装道路での振動加速

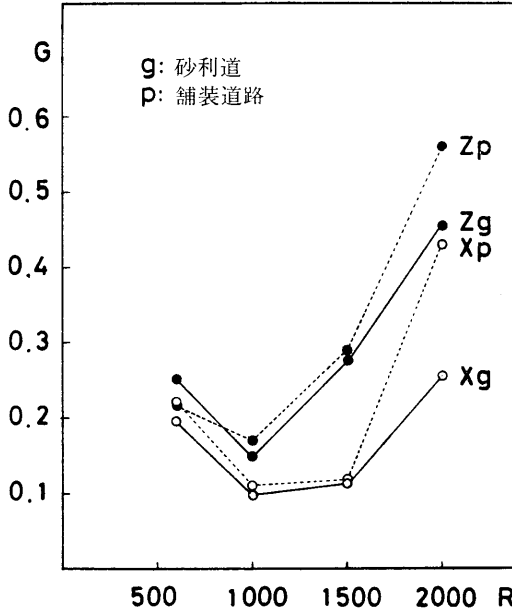


図-13 エンジン回転数と振動加速度との関係 (高一1速)

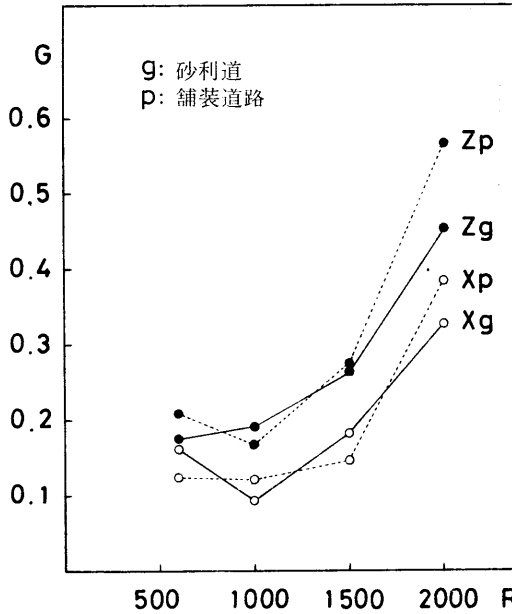


図-14 エンジン回転数と振動加速度との関係 (高一2速)

度の値が著しく大きくなっている。これは、タイヤは円形のままころがるのではなく、接地面積を大きくするためにひずみながら回転しているためで、この作用はタイヤの空気圧が低い程著しい。そのため、路面が堅固で、はんぱつ係数の大きい舗装道路の方がバウンドしやすく、とくに車輪が高速で回転した場合にこの影響は著しくあらわれ、砂利道よ

り舗装道路でより大きな振動加速度を示したものと考えられる。

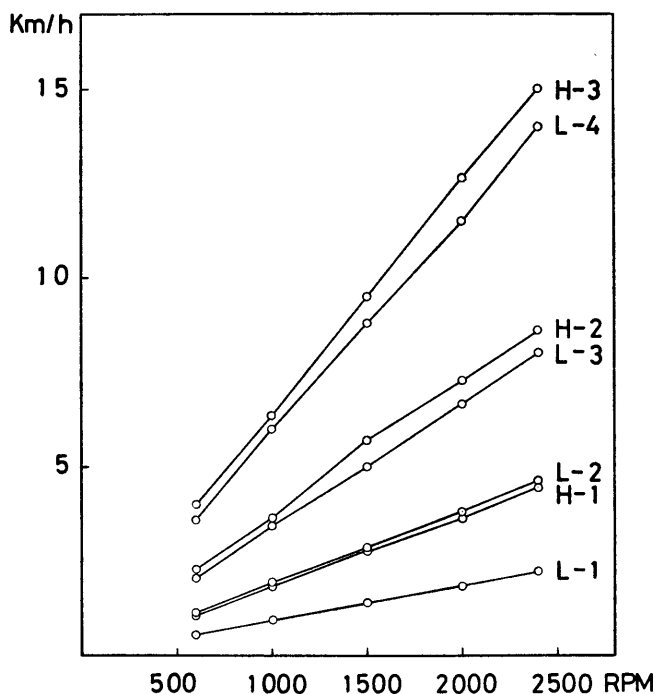
#### 4. 走行速度と振動加速度

##### 1) 実験方法

このトラクタの走行速度と振動加速度との関係を求めるためには、まずエンジン回転数と走行速度の関係を求める必要がある。その方法はトラクタの走行条件をかえて、それぞれの条件下で一定の距離を通過するに要する時間を測定し、それを時速に換算するものである。

そこで、平坦な砂利道の試験走路に適当な助走区間と 20 m の測定区間を設け、変速装置（トランスミッションおよびトランスファーケース）の速度段およびエンジン回転数を次表のように組合せてトラクタを走行させ、それぞれの条件下で走行状態が安定してから測定区間に侵入させ、そこを通過する所要時間を測定した。

トランスファーケース		トランスミッション		エンジン回転数
低	速	1	速	600 RPM 1,000 1,500 2,000 2,400
		2	速	
		3	速	
		4	速	
高	速	1	速	
		2	速	



図—15 エンジン回転数と走行速度との関係



この結果を示すと図-15 のとおりである。

この図からも明らかのように、トラクタの変速には2とおりの方法がある。1つはエンジンの回転数をほぼ一定にして、変速装置の速度段の組合せをかえる方法と、もう1つは変速装置を一定の速度段にセットして、エンジン回転数を変化させる方法である。

そこで、まずエンジン回転数が 1,000 RPM 前後の値をとり、トラクタの走行速度が 1 ~ 7 km/h となるような変速装置の速度段 および エンジン回転数の組合せを図-15 より求め、次のように決定した。

走行速度	トランスファーケース	トランスミッション	エンジン回転数
1 km/h	低 速	1 速	1,100 RPM
2	"	2	1,060
3	"	3	940
4	高 速	2	1,100
5	低 速	4	860
6	"	4	1,030
7	高 速	3	1,120

次に、変速装置の速度段の組合せをトランスファーケース低速、トランスミッション2速にして、図-15 より、各走行速度に該当するエンジン回転数を求め、次のように決定した。

走行速度	エンジン回転数
3 km/h	800 RPM
4	1,100
5	1,350
6	1,600
7	1,900

2) 実験結果と考察

まず、エンジン回転数を一定にして、

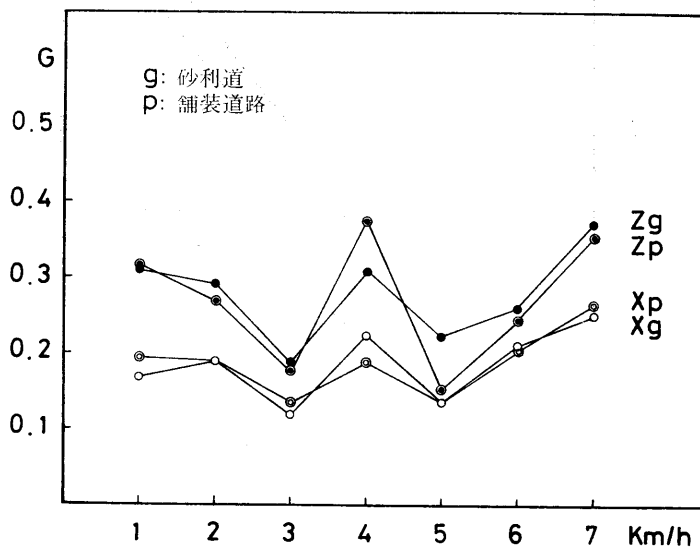


図-16 走行速度と振動加速度との関係

変速装置の速度段の組合せを変化させる条件のもとでトラクタを走行させた場合に生じた振動加速度を示すと図-16 のとおりである。すなわち

① このような変速を行なった場合、トラクタの走行速度と車体に伝達された振動加速度との間には、一定の関係はあらわれない。

② 砂利道とアスファルト舗装道路とでは、トラクタの車体に伝達される振動加速度に著しい差は認められない。

③ 変速装置の組合せで、トランスファーケースを高速度段にした場合に振動加速度は著しく大きくなる。

④ エンジン回転数を一応 1,000 RPM 前後に保持したが、それでも 860~1,120 RPM の範囲があり、そのわずかの差によっても振動加速度にはかなりの変動がある。すなわちトランスファーケースが同じ低速段でも エンジン回転数が低い 3 km/h (エンジン回転数 940 RPM), 5 km/h (同 860 RPM) では振動加速度の値は小さく、エンジン回転数の高い 2 km/h (同 1060 RPM), 6 km/h (同 1030 RPM) では大きくなっている。

次に、変速装置の組合せを一定(低-2速)にセットして、エンジン回転数を変化させる条件のもとでトラクタを走行させた場合に生じた振動加速度は図-17 に示すとおりである。ここでは、走行速度の上昇につれて車体に生じる振動加速度も増加する傾向が認められる。すなわち、加速が大きな振動源となることが明らかである。

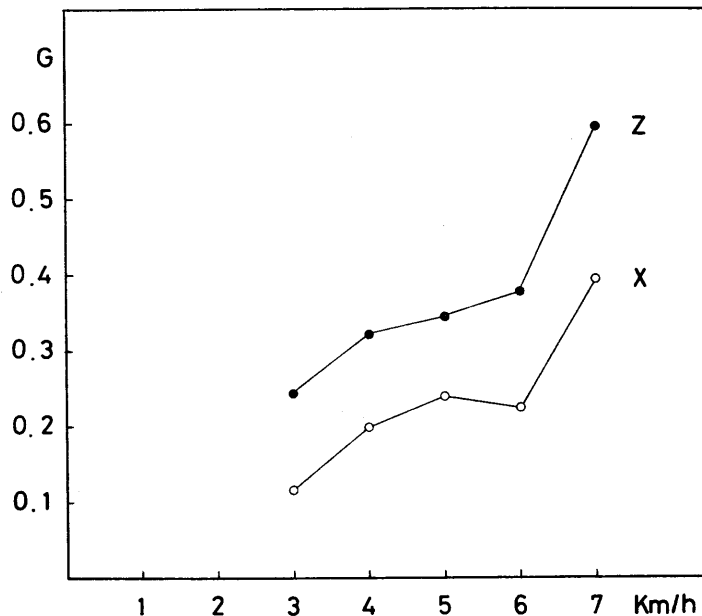


図-17 走行速度と振動加速度との関係(高一2速)

## V. 制動による振動

### 1. 実験の目的

地形が複雑な林地でトラクタ作業を行なう場合には、トラクタの運転者も荷掛けや荷は

ずしなどを行なう他の作業員も、ある程度危険にさらされている。それを回避するためには、トラクタはいつでも制動できることが必要である。しかしその制動がまた大きな振動源になっている。そこで、制動の際にトラクタの運転席にどのような振動が生じているかを測定した。

### 2. 実験方法

トラクタを一定の条件のもとで走行させ、走行中に急ブレーキを踏んで、その際に生じる振動加速度を記録測定する。

その場合のトラクタの走行条件は次の2とおりにした。

① トランスミッションを2速、トランスファーケースを高速にセットして、エンジン回転数を600, 1000, 1,500, 2,000 RPMと所定の回転数に保持してトラクタを走行させる。

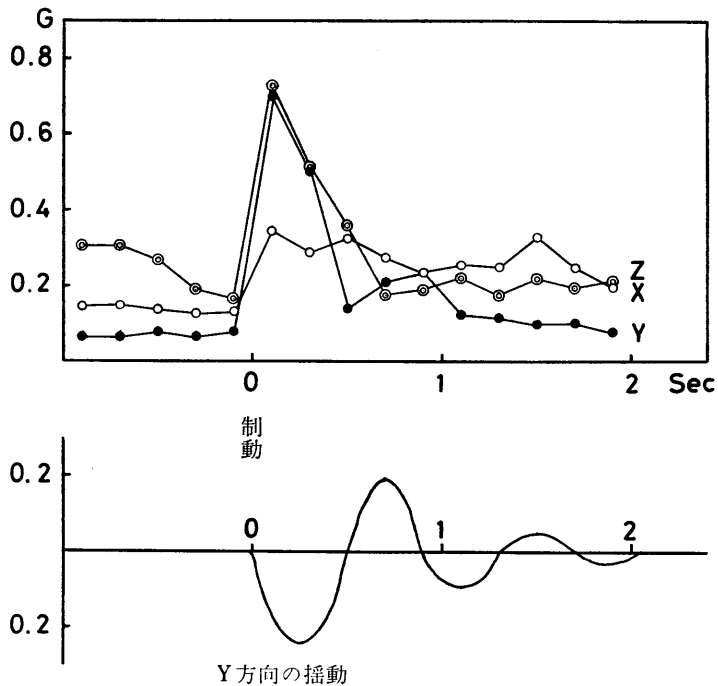
② エンジン回転数を1,000 RPMと一定に保ち、トランスミッションとトランスファーケースの速度段を次表のように組合せてトラクタを走行させる。

トランスファーケース	トランスミッション
低速	1速
	2速
	3速

測定は回転計の指針が安定してから開始し、その後に急ブレーキを踏み、トラクタが停止するまで連続して行なった。

### 3. 実験結果と考察

①の条件の場合、すなわちエンジン回転数を変化させていった場合、それが急制動時



図一18 制動時の振動加速度の変化(高一2速, 600 RPM)

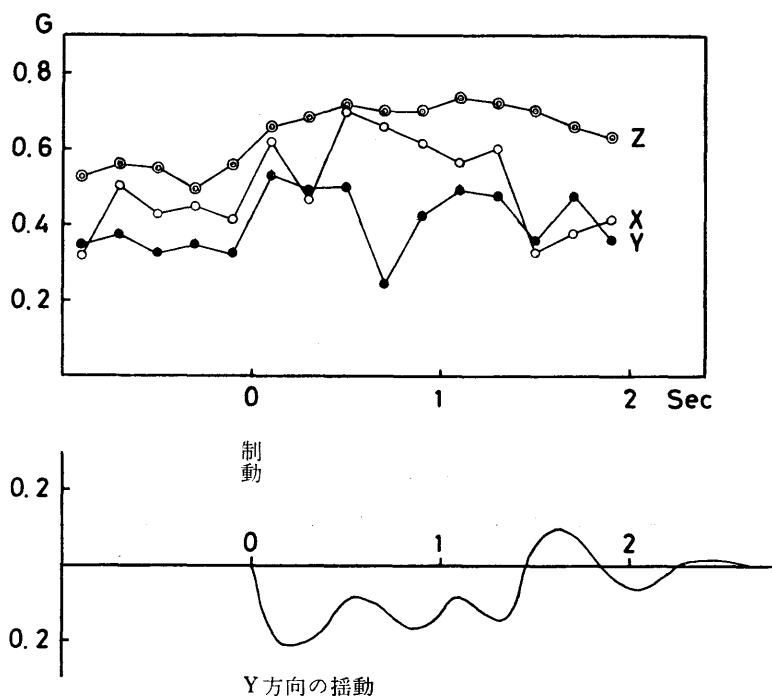


図-19 制動時の振動加速度の変化 (高一2速, 2,000 RPM)

にどのような振動加速度としてあらわれるかを求めた。その結果は、図-18、図-19に示すとおりである。すなわち、

① 左右 (X), 前後 (Y), 上下 (Z) の3方向とも、制動をかけると急激な振動加速度の増加が認められる。

② しかし、その影響は2~3秒後には消滅する。

③ エンジンの低速回転時の制動にくらべ、高速回転時の制動では、振動加速度も著しく大きくなっている。

④ 前後 (Y) 方向の振動加速度は、左右 (X), 上下 (Z) 方向のものに比し小さいが、この方向には大きな周期をもつ減衰傾向を示す揺動があらわれる。しかしこれも2~3秒後には消滅し、もとに復する。

次に、②の条件の場合すなわちエンジン回転数を一定にした場合、急制動時に生じる振動加速度を求めた。その結果は、図-20、図-21、図-22に示すとおりである。すなわち、

① エンジン回転数が1,000 RPMと低い場合には、各速度段の間で振動加速度の著しい変化は認められない。

② この程度の走行速度 (1~4 km/h) では、急制動をかけても、ごくわずかの振動加速度の増加しか認められない。

③ 前後 (Y) 方向には周期の大きな揺動があらわれる。

以上のような結果を得たが、結論として次のことがいえる。

① エンジンを低速回転して走行しているトラクタにおいては、走行中に急ブレーキを

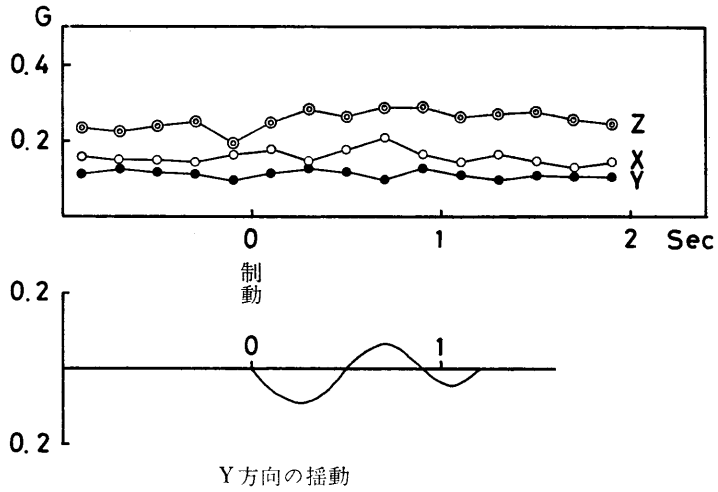


図-20 制動時の振動加速度の変化 (低-1 速, 1,000 RPM)

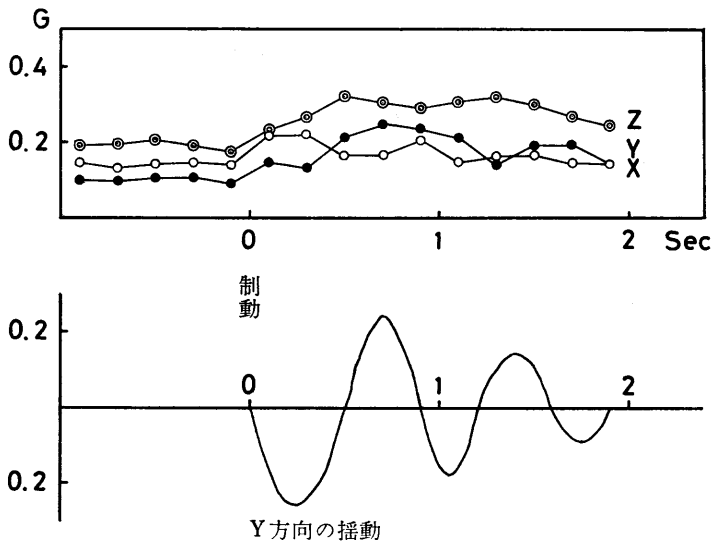
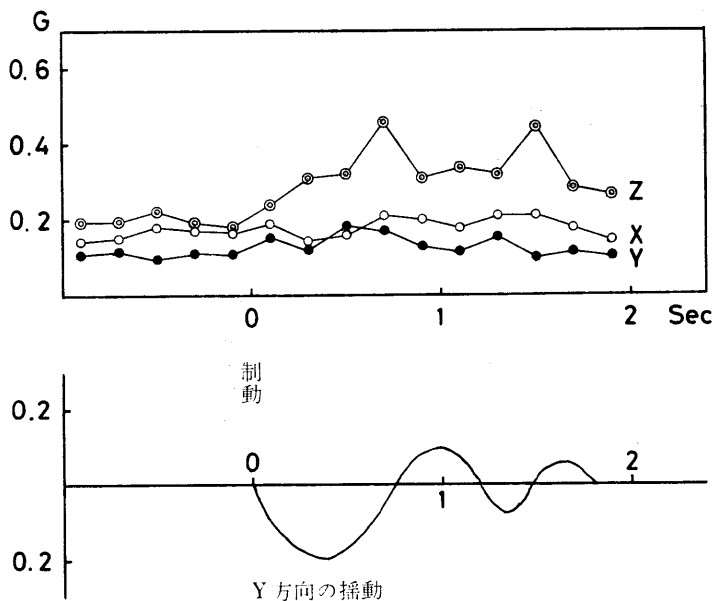


図-21 制動時の振動加速度の変化 (低-2 速, 1,000 RPM)

踏んでも、制動が原因となっておこる振動による影響はほとんど認められない。

② 制動をかけた場合、左右 (X) および上下 (Z) 方向には、トラクタが普通に走行している場合に生じるのと同様の振動加速度が多少増幅された形であられるが、前後 (Y) 方向には、それと同時に周期の大きな減衰傾向を示す揺動があらわれ、それらが複合された形の振動が生じている。

③ エンジンが高速回転している時に急制動をかけるとかなりの衝撃がおこる。トラクタで集材作業を行なう場合には、かなりの重量物をけん引して走行しなければならないので、エンジンを高速回転する必要がある、そのためにこの影響が懸念される。この衝撃は長時間にわたって継続する性質のものではないが、危険度の高い林地で作業を行ない、制



図—22 制動時の振動加速度の変化（低—3速，1,000 RPM）

動の回数が多くなると，運転者の疲労にその影響が強くなりあらわれてくるものと予想される。

## VI. 障害物乗り越しの際の振動

### 1. 実験の目的

トラクタがその作業場となる伐採跡の林地を走行する際には，伐根，枝条，岩石などの地表障害物に遭遇する機会が非常に多い。トラクタはそれらを避けられない場合，どうしてもその上を乗り越えて進行しなければならない。

このトラクタの場合は，車体が障害物を乗り越えるとき両車輪へ全駆動力がかけられるように左右に揺動できる構造になっているため，幾分振動も弱められることが想像できる。しかし，障害物の乗り越しが大きな振動源となることは明らかである。

そこで，トラクタが伐根を乗り越すときに生じる車体振動を把握するために，平坦地に丸太を伐根状にうめこみ，トラクタがそこを通過する際に生じる振動加速度を測定した。

### 2. 実験方法

伐根の高さを 20 cm と想定し，平坦な試験走路に末口径 25 cm の マツ丸太を地上高 20 cm ほど露出した状態で地中にうめこみ，トラクタの車輪がこの上を通過するようにした。

トラクタが伐根の乗り越しを開始するときの走行条件としては，①トランスミッションを 2 速段および②トランスファーケースを低速段にセットし，③エンジン回転数を 1,000 RPM に保持した。

また測定は，トラクタを上記の運転条件のもとで走行させ，前輪および後輪が障害物上を乗り越えて，再びもとの運転条件（低—2速，1,000 RPM）に復するまでの間継続して行なった。それを運転席（左）側車輪が乗り越す場合および助手席（右）側車輪が乗り越

す場合について行なった。

### 3. 実験結果と考察

トラクタが 20 cm 走行するたびに、その間に生じた振動加速度の最大値をとって示したものが、図-23 および図-24 である。これら2つの図から、

① 運転席側車輪が乗り越えた場合と、助手席側車輪が乗り越えた場合とでは、トラク

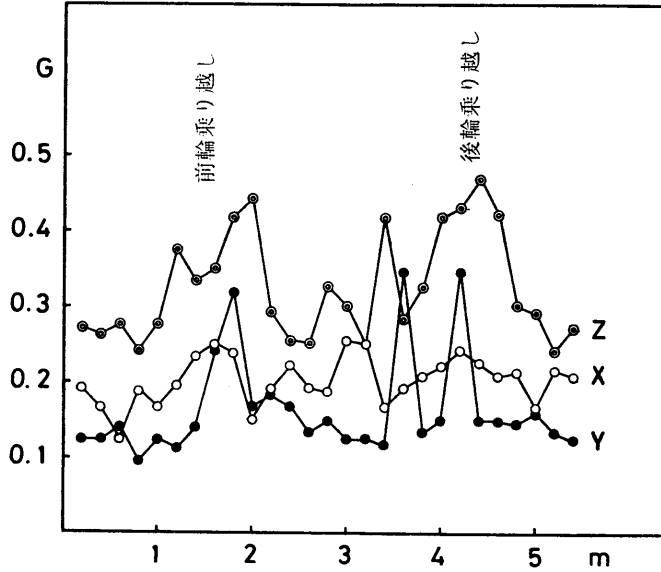


図-23 障害物乗り越しの際の振動加速度の変化（運転席側車輪）

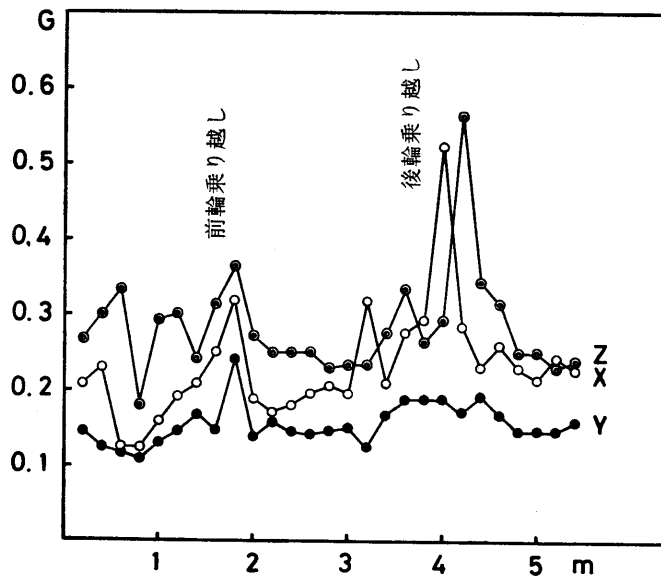


図-24 障害物乗り越しの際の振動加速度の変化（助手席側車輪）

タの運転席に生じる振動加速度には大した差は認められない。

② 後輪が乗り越すときには、先に乗り越した前輪による影響はほとんど残っていない。すなわち、トラクタの前輪と後輪とが次々に同じ障害物上を乗り越えて進行していく場合に、運転者は前輪が乗り越すときに生じた振動をまず感じとり、それがおさまったところで再び後輪が乗り越すときに生じた振動を感じとるのであって、後輪が乗り越すときには、前輪が乗り越したときに生じた振動による増幅はほとんど認められない。

③ 前輪よりも後輪が障害物上を乗り越えるときにより大きな振動加速度が生じている。すなわち、前輪が障害物を乗り越すときは、トラクタが普通に平坦地を走行している場合の2倍程度の振動加速度を示すが、後輪が乗り越すときは3～4倍にもおよんでいる。しかし、これは前に述べたように、前輪が乗り越したときの影響が残っているのではない。

## VII. お わ り に

今回の平坦地における基礎実験で、ホイールトラクタの車体振動に関して、いくつかの問題が明らかとなった。すなわち、

① 運転席の構造について、その取り付け方、ひじかけおよび背もたれの固定の仕方、クッションなどに改良すべき点があること。

② エンジンの高速回転時、すなわち、トラクタが停止している場合は、ウインチを使用した木寄作業時の上下振動の緩和、また走行しているときは、上下振動および急制動による衝撃の緩和。

③ 障害物を乗り越えて走行する際の振動をいかに軽減するか。などの点である。

今後は、テレメータなどを用い、実際のトラクタ作業を追跡し、そのときに生じている車体振動を把握したのち、車体振動と人間との関係を求め、ホイールトラクタで林内作業を行なう場合の乗心地を決定し、最終的には乗心地を改善するための方策を究明したい。

## 引 用 文 献

Bekker, M. G. : Introduction to Terrain-Vehicle Systems. The University of Michigan, U.S.A., 1969

平尾 収・近藤政市・亙理 厚・山本峰雄：理論自動車工学。山海堂，1971

Iwakawa, O. : The relationship between the driven speed of motor-trucks and the variation of their vibro-acceleration. Jap. Forest. Soc. 46 (5), 1964

森田紘一・中尾博美：ホイールトラクタの座席振動について。日本林学会九州支部研究論文集 第25号，1971



## Experimental Study on Vibrations at the Driver's Seat of Wheel Tractor (1)

—Fundamental Experiment at the Flat Road—

Kōichi MORITA

### Résumé

In this report, I have measured vibro-acceleration occurred at the driver's seat. As the fundamental experiment, what kind of vibrated effects suffered operators, who worked with wheel tractors, was solved.

From the results of this test, the followings were obtained.

(1) When the engine ran at high velocity revolution, the vibro-acceleration of vertical direction was remarkably high.

(2) Structural properties of driver's seat appeared distinctly; that is, vibro-acceleration of horizontal direction at the elbow had a tendency to become remarkably high and at the back that of forward and rear direction showed a similar tendency.

(3) As driving speed of wheel tractor increased, vibro-acceleration increased too.

(4) In case of braking when tractor was running, operator received impact tolerably.

(5) When tractor ran getting over obstacles, vibro-acceleration increased remarkably.

Next I am going to measure vibro-acceleration which may occur in real working. A further study must investigate the ride comfort of wheel tractor working in the forest.