

## 25. 建設機械運転員の疲労度について

建設省 九州技術事務所

満田 己一郎  
。 境 反昭

### 1 まえがき

戦後30年を経た今日、建設機械は、建設工事の飛躍的増大と足掛りとして、急激な進歩を成し遂げてきた。しかし、昭和40年代後半に、経済的高度成長の歪による構造的人材不足、住民の権利意識の肥大化による公害の顕在化等、建設機械を取まく社会的条件が変容し、新しい形の建設機械隊が求められるに致った。

建設機械の騒音・振動は、工事現場外では建設工事公害として、建設工事の円滑な施工を阻害する要因となっているほか、建設機械運転員に対しては、ストレスの多い労働環境を醸成している、いわば、建設機械運転員の疲労要因と考えられるものである。

本論文は、建設機械（ブルドーザ）の騒音振動対策が、建設機械運転員の疲労の軽減につながるか、建設機械の居住性の評価方法として、運転員の疲労度が導入できるかについて、医学的見地からの疲労調査を実施したので、その成果を報告するものである。

### 2 疲労の考え方と測定の方法

疲労についての研究は、生命についての研究とともに長い歴史を有しているが、幾多の説が立てられたにもかかわらず、生理的にもいまだそのメカニズムについて確立されたものが無い。しかも、疲労は、中枢機能の機能低下によるものとされてはいるものの、疲労に関する定量的、定性的な表示の方法は明らかにされていない。

疲労の測定という観点からすれば、疲労には、1)疲労感(主観的疲労、疲労自覚症)、2)出来高の低下(客観的疲労)、3)生理機能の低下(ちらつき値、腱反射、タッピング)の特徴があり、これらをうまく測定することによって、疲労を推定することができる。また、労働の生体負担度という観点からすれば、心理的ストレス、筋疲労、およびその過程について、心拍数、呼吸数の測定を行えば疲労の相対的度合を明らかにすることが可能であろう。即ち、疲労の程度が重ければ、平常レベルへの回復に長い時間を要し、そして平常レベルからの高い偏位が重い疲労を惹起することが明らかにされている。

#### 2-1 今回の調査で用いた疲労の測定方法

予備調査の結果、騒音・振動にさらされる建設機械運転員の疲労を測定する方法として、

- (1) 心拍数、呼吸数(同パターン)の逐時的測定
- (2) ちらつき値(F.F)の変動測定

の2項目が有効であることが明らかにされたので、これを主体として、(3)タッピング値、(4)膝蓋腱反射いき値法、(5)疲労自覚症の測定方法を参考として用いた。

### 3 調査の要領

#### 3-1 疲労度調査の対象とした建設機械

- ブルドーザ (BD-17) 対策型 (防音・防振対策を施したもの)
- ブルドーザ (BD-17) 普通型
- タンポトラック (6<sup>ton</sup>, 8<sup>ton</sup>)
- バックホウ (0.3<sup>m<sup>3</sup></sup>)
- 湿地ブルドーザ (13<sup>ton</sup>)

対策型ブルドーザは、防音対策として、①ボンネットの防振、②サイドカバーの取付、③エンジンルームの吸音処理、防振対策として、④トラックローラ、キャリアローラ、フロントアイドラのゴムライニング(ウレタンラバー)、⑤座席シートの防振(トーションバー、油圧タンパーによる臨界制振系ショックアブソーバ)の対策を行っており、運転員耳許の騒音は約35dB、ブルドーザ全体の振動は、約10dB低下している。

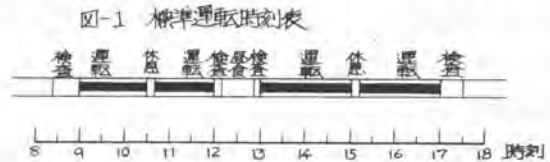
#### 3-2 被検者

A (HASHI)	運転歴	10年以上	47歳
B (NAKA)	運転歴	10年以上	43歳
C (NAGA)	運転歴	5年以上	42歳

その他、バックホウ、タンポトラック、湿地ブルドーザの運転員についても調査を行なった。

#### 3-3 労働負荷および標準運転時間

労働負荷は、心理的に目的意識を付与するため通常の作業であることが望ましいので、実際の築堤工事現場で実作業を行なった。作業内容は、主に押上運転作業であり、2台のブルドーザの作業内容が等しくなるように配慮した。



標準的な作業時間の割付けは、図-1のとおりである。

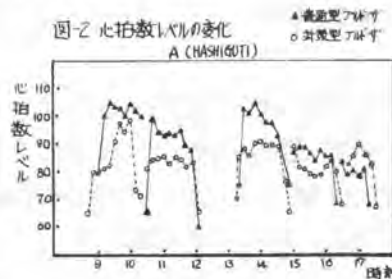
### 4 調査の結果

#### 4-1 心拍数レベルおよびちらつき値による疲労検査の結果

図-2は、被検者Aの心拍数レベルの逐時の変化を、普通型および対策型ブルドーザ運転時について示したものである。

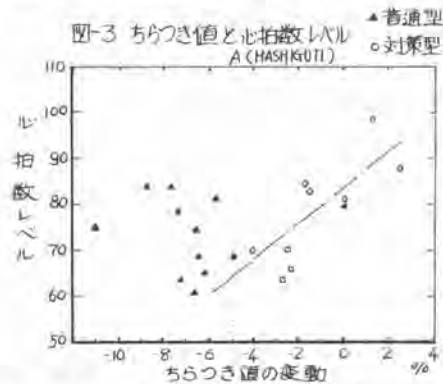
心拍数は、心理的インパルスを加えることによって上昇し、そのインパルスに対する慣れ、あるいは疲労によって低下し、また、筋労働等によるエネルギー消費量の増大

とともに上昇し、遂には疲労によって減少するという過程をとる。したがって、疲労の度合いが濃い程心拍数レベルの変動域が広い。対策型、普通型運転時において、ともに運転時間の経過にしたがって



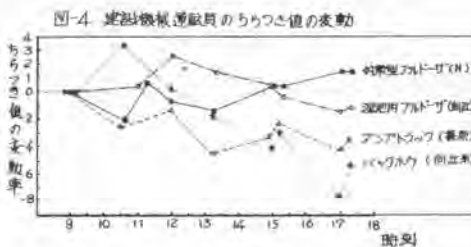
心拍数レベルは低下している。両者の顕著な違いは、対策型運転時の方は、心拍数レベルがほぼ80~90の間にあり、定常的であるのに対して、普通型の場合、その変動域が広く、低下も大きいことである。

図-3は、心拍数レベルとちらつき値の関係を、被検者Aについてプロットしたものである。ちらつき値も心拍数と同様、心理的インパルスに対する防衛反応として、大脳の興奮性が昇進するため上昇し、反応の鈍化(慣れ、および疲労)による興奮性の減退に起因して低下する。したがって両者には正の相関が仮定されるが、疲労状態になっても作業を続けると、ちらつき値の低下にもかかわらず、エネルギー消費が高くなり、心拍数が上昇し、ちらつき値との相関を失なう。更に負荷がかわると重疲労により、ちらつき値、心拍数レベルともに、極端に低下する。(入眠状態)



図中白丸は、対策型運転時のものであるが、ちらつき値と心拍数レベルは、有意水準95%で正の相関関係にあり、ちらつき値の低下も小さい。三角は、普通型運転時のものであるが、ちらつき値の低下も大きく、心拍数レベルが70をこえる部分については相関関係が成立しない。したがって、被検者Aにとって、普通型フルドーザ運転は、心理的ストレスが高く疲労を惹起するものであったと判断される。対策型運転時については、軽い疲れ程度であると思われる。

#### 4-2 他の建設機械運転員の疲労とフルドーザ運転員の疲労



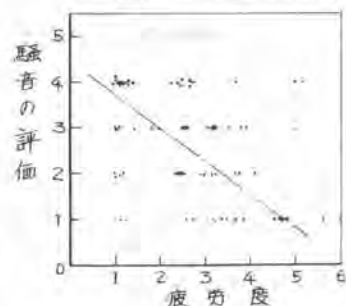
フルドーザ運転員の疲労と、他の建設機械運転員の疲労について、ちらつき値の1日間変動を図-4に示す。作業終了時におけるちらつき値の低下が疲労の程度を示すものとするれば、フルドーザ運転員の疲労は、他の建設機械運転員の疲労より軽いと考えられる。被検者の易疲労性等いわゆる体質の問題があって、これだけのデータから判断を下すのは必ずしも

妥当であるとは言えないが、防音・防振対策が運転員の疲労を軽減するに有効であると思われる。

#### 4-3 運転員の主観的疲労要因

図-5は、昭和49年建設機械施工技術検定試験(第1種)学科試験合格者を対象とした、『居住性と運転疲労』に関するアンケート調査の結果から、トラクタ系建設機械運転員が主観的に評価した、建設機械の騒音と運転時の疲労の関係をプロットしたものである。騒音に対する評価は、騒音に対する大きさの感覚と気に入る度合から5つのランクに分け、評価点が高い程、居住性が良い。一方疲労に関する評価は、主

図-5 騒音の評価と疲労度の関係



観的疲労および疲労自覚症に対する評価点から与え、評価点が高い程、疲労の度合いが大きい。騒音に対して良い評価を与えない者程、疲労の度合いが強いという仮定をすれば、騒音に対する評価と疲労に対する評価との間には負の相関が成立すると予測される。両者を1次回帰式で近似し、相関係数を求めると、 $r = -0.337$ となり、これは危険率5%以内の水準で有意性が成立することを示している。

図-6 振動の評価と疲労度の関係

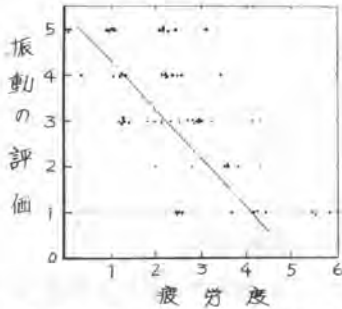


図-6は、振動に対する評価と疲労に対する評価との関係をプロットしたものである。振動に対する評価の方法は、騒音に対するそれと同じ手法で行なった。相関係数は $r = -0.482$ となり、これは危険率1%以内の水準で有意性が成立することを示している。

その他、視界に対する評価、操作性に対する評価に対して同様の解析を行なったが有意性の検定結果、有意性は成立しなかった。

したがって、建設機械の運転員の主な疲労要因は、騒音・振動と考えられ、騒音振動の軽減対策を施すことが、運転員の疲労を軽減する有効な方法であると結論づけられる。これは医学的見地から行なった疲労度調査の結果と等しい。

## 5 あとがき

建設機械の騒音振動と、運転員の疲労の間に有意な関係が成立していることが明らかになり、今後騒音・振動防除対策が、公害という観点に加え、更に建設機械の居住性という観点からも検討されなければならぬ。建設機械の居住性の評価方法として、運転員の疲労度を利用できることが明らかにされたが、しかしながら、疲労度をランク化し定量化する手法の開発がなされていない現在、まだ問題点の多い手法とも言えよう。これらの種々の問題点については、今後の技術の発展に期待したい。

なお、本研究は、久留米大学医学部高松教授外環境衛生学教室の全面的な協力を得たもので、ここで深謝の意を表する次第である。

### 〔参考文献〕

疲労	橋本 邦衛	コロナ社
建設機械の運転疲労	丹羽 章	建設の機械化
建設機械の居住性の現況		建設機械
土木機械施工の計画法	斎藤 義治	オーム社