

VI-30

除雪グレーダの振動抑制機構の開発

建設省 東北技術事務所 ○須田 正浩 熊本 泰俊

1. はじめに

除雪グレーダは、冬期交通の確保に重要な役割を果たしており、道路除雪の主力機械として大いに活躍している。しかし、振動が発生しやすい構造で、一旦振動が発生すると減衰しにくく特定の車速では共振作用により振動量が増大してオペレータの作業環境を悪化させる要因となっている。そこで、今回、除雪グレーダの振動抑制機構を開発したので、報告するものである。

2. 装置概要

今回開発した振動抑制装置は、カウンターウエイトが振動することでピッチング振動を抑制するウエイト式振動抑制装置と、ブレードが振動することでバウシング振動を抑制するブレード式振動抑制装置の、2種類を組み合わせて使用する構造になっている。また、調査対象の車両は山形工事事務所管内の尾花沢除雪工区に配備されている除雪グレーダを使用した。

3. 調査試験

調査の中では次の4つの項目に、重点をおいた。

- (1) 走行速度と振動レベルの関連（共振車速の確認）
- (2) 共振車速における振動レベルの確認（周波数分析）
- (3) 振動抑制装置による低減効果の確認（周波数分析）
- (4) 振動低減効果の評価と今後の検討課題の抽出

また、調査条件のうち車速については、共振車速付近を重点とし、測定箇所についてはオペレータに伝達される振動を問題点としているので、シートブラケットの上下振動に注目した。これらの振動計測には加速度計を使いデータ解析はデシベル値(dB)に換算して評価を行うこととした。

3.1 調査結果

調査試験の結果を解析したものを図-2に示す。このグラフを見ると、振動抑制装置の作動の有無に関わらず35km/h付近が共振車速であることがわかる。振動抑制装置を作動させた場合には振動レベルを低減でき、低減率は全車速域で30～50%となった。また、車速毎に振動抑制装置の作動条件と抑制効果が入れ替わってしまう複雑な線図となった。これは、今後の検討課題として振動抑制装置の効果が逆転するポイントを見つけた調査を行っていきたい。

3.2 振動低減効果

車速35km/h付近の振動レベルが最も大きくなることがわかったので、この時の振動を低減することで他の車速の時にも振動レベルを低減できると判断し35km/h付近について周波数毎に振動レベルの強さを解析した。その結果、二箇所にピーク値があり、各々2～3Hzが車体の固有振動、20～30Hzがチェーン振動で、この二つの振動が除雪グレーダにおける振動の主要因であることが分かった。

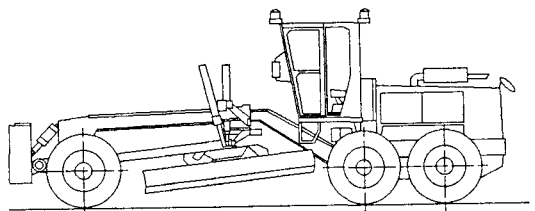


図-1 振動抑制装置装着車外観図

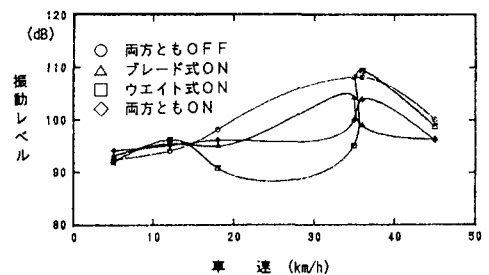


図-2 振動レベル車速分析

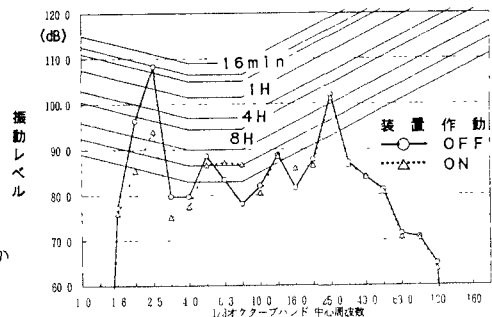


図-3 振動レベル周波数分析

3.3 振動低減の評価

振動レベルの評価はISO2631に定められた”全身振動に対する暴露の評価に関する指針”を参考にして、作業の正確さを維持し得る時間の長さを用いて評価することとした。この指針をもとにして2～3Hzの周波数域にある車体の固有振動を照合させると通常の除雪グレーダでは108dBの振動が発生しており、評価としては約16分しか正確な作業が続けられない振動レベルであることがわかった。しかし振動抑制装置を作動させることによって振動が94dBまで低減され約4時間も正確な作業が続けられるレベルとなった。これはデシベル値で14dB、また時間の評価では15倍の改善が図られたことになる。

次に、20～30Hzのチェーンの振動を同指針によって評価したところ、振動抑制装置の作動時における顕著な変化はなく、101dBの振動レベルで約4時間の時間評価が得られた。

以上のように振動抑制装置には大きな効果があることが評価結果より得られわけだが、車体振動よりもチェーン振動の方が相対的に大きくなってしまった。そこで、更に低い振動レベルを実現するためにもチェーンの振動を低減させる新たな方式の振動抑制装置を検討する必要があることがわかった。

4. シミュレーション概要

上記調査の結果から、新たな振動抑制方法としてサスペンション方式とフローティングキャブ方式の振動抑制装置を提案して検討することとした。これらの方式についてはシミュレーションによって、振動抑制効果の調査を行った。

今回のシミュレーションでは、通常車両と振動抑制装置を装着した場合の振動低減について評価できるよう、次に示すような計算モデルを設定した。計算モデルの概要を図-4に示す。

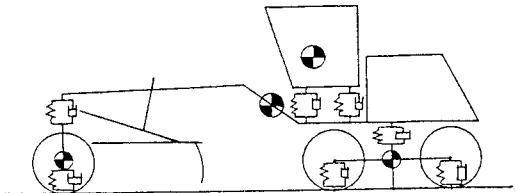


図-4 計算モデル

4.1 シミュレーション結果

シミュレーション結果について図-5に示す振動波形図から結果を見ると、サスペンションを作動させると振動抑制装置と同様に2～3Hzの車体固有振動の低減、フローティングキャブを作動させると、20～30Hzのチェーン振動の低減を、図れることがわかった。また、両方を作動させることで、車体固有振動、チェーン振動の両方を同時に低減でき、これを数値で評価すると、振動レベルが86dB以下となり、ほぼ乗用車程度に振動を低減できることがわかった。

車 速 [km/h]	通 常 車 両	フ ロー テ ィ ン グ キ ャ ブ 方 式	サ ス ペ ン シ ョ ン 方 式	フ ロー テ ィ ン グ キ ャ ブ 方 式 + サ ス ペ ン シ ョ ン 方 式
1 9				
3 7				
評 価	108dB 除雪グレーダ現状	102dB トラック荷台程度	94dB 軽トラック程度	86dB以下 乗用車程度

図-5 シミュレーションの振動波形

5. おわりに

今回の調査では、除雪グレーダの振動を大幅に低減できることが確認された。この振動低減技術により特定の作業車速域での共振が無くなり作業速度範囲の拡大や回送速度の向上を図ることができ、更には振動による作業員の苦渋性も大幅に解消することが可能となった。今後これらを実現するため振動抑制装置とフローティングキャブを組み合わせた振動低減装置の製作、車速や作業形態などを自動的に検知して、振動低減が最適に行えるような自動振動抑制装置の開発等残された課題に取り組むとともに、建設現場における環境改善の一端として普及促進に努める。