

## 2. ブルドーザの騒音対策

キャタピラー三菱 山崎隆司  
小栗匡一

### 1. まえがき

今日、建設工事の機械化、大型化が進み、また市街地周辺での工事量が增大するのに伴って、生活環境保護の立場から、建設機械に対する騒音規制が検討されており、フランス、西ドイツなどの欧州諸国では実際に規制されている。一方米国に於いても1981年からの建設機械に対する騒音規制案が発表されている。

これら法規制のもととなる騒音の評価測定方法も、国際的に確立されつつあり、騒音計についてはIEC(International Electrotechnical Commission)にて、測定方法はISO(国際標準化機構)にて統一化の作業が進められている。本稿では、国際的にみれば法規制の概略と、ブルドーザ騒音対策車を開発するのにあたっての試験研究設備の例、及び実際に行われている騒音対策方法とその問題点等について述べてみたい。

### 2. 主要各国の騒音規制

騒音対策車開発の目標となるのは、まず法規による規制値である。表-1は、建設機械に対して、フランス、西ドイツで現在、適用している騒音規制と、米国EPA(環境保護庁)による規制案である。

フランスでは、エンジン出力を四段階に分け定置周囲騒音についてのみ規制しているが、規制値そのものは、世界的にみて厳しい内容であり、建設機械メーカー各社の騒音対策車開発の目標となってきた。

西ドイツでは、建設機械の種類とエンジン出力の両方で分類し、規制する際の条件も、定置周囲騒音の他に、作業中の騒音、走行騒音についても別に設けている。

米国においても、1981年より建設機械に対し定置周囲騒音を規制しようとしているが、表-1に示す通り、二段階に分けて規制を強めようとしている。

フランス					
	<200 PS	200 PS< <300 PS	300 PS< <500 PS	500 PS<	備 考
定置 7m	80	83	87	90	エンジン定置回転 機位置 計測点 4ヶ所
西 独					
履帯式ブルドーザ	≦150 PS	150 PS<	備 考		
定置 7m	82	85	エンジン回転レベル ハリアイドワゴシステム 計測点 定置 6ヶ所 作業 2ヶ所 走行 2ヶ所		
作業 10m	82	85			
走行 10m	87	89			
履帯式トラックショベル	≦150 PS	150 PS<	走行ノスト時速度 履帯式:後進最高速 車輪式:15 km/hr		
定置 7m	81	84			
作業 10m	83	86			
車輪式トラックショベル	≦150 PS	150 PS<	運転車耳元 90dB(A)		
定置 7m	82	85			
作業 10m	81	85			
走行 10m	85	88			
キャタピラークレーン	≦150 PS	150 PS<			
定置 7m	78	81			
作業 10m	81	84			
走行 10m					
米国EPA案					
	1981年		1984年		備 考
履帯式トラック	20≦ <200HP	200HP≦ <450HP	20≦ <200HP	200HP≦ <450HP	エンジン回転レベル 計測点 4ヶ所
定置 15m	77	83	74	80	
車輪式トラックショベル	20≦ <250HP	250HP≦ <500HP	20≦ <250HP	200HP≦ <500HP	OSHHA運転車耳元 現在は、90dB(A)-8dB ≦85dB(A)-16dB程度 については別表
定置 15m	78	84	76	80	

単位: dB(A)

表-1 主要国の建設機械周囲騒音規制

なお国内においても建設機械の騒音について関係当局にて検討作業が進んでおり、通産省機械情報産業局による機械安全化無公害化委員会の建設機械分科会では、諸外国及び国内状況を検討した結果、フランスにおける騒音規制と同程度の暫定的目標値を提案している。その目標値はエンジンハイアイドル、車体最外側より15m地点で履帯式のブルドーザ、トラクタショベルに対して

20 PS 以上	200 PS 未満	74 dB(A) 程度
200 PS 以上	300 PS 未満	77 dB(A) 程度
300 PS 以上	500 PS 未満	81 dB(A) 程度

以上、代表的各国の騒音規制状況でもわかる通り、国によって規制値だけでなく測定条件も異っており、将来国際的に統一された騒音評価測定方法の確立が、重要な意味をもってくるわけである。

ISOのTC43及びTC127においては、今までの法規制で行われているような相対的な騒音測定方法ではなく、機械の発生する騒音の大きさを絶対的尺度で評価できるように、騒音パワーレベルで評価する方法を提案している。

### 3. 騒音対策車開発のプロセス

#### 3・1 試験研究設備

法規制に対応した騒音対策車を開発するには、まず対象となる機械の騒音を十分把握するとともに、建設機械の過酷な使用条件も考慮しておかねばならない。

建設機械の騒音発生源には、エンジンのほかに、動力伝達機構、作業装置及び油圧機構等があり、ブルドーザなどの履帯式車両では、走行装置より発生する金属どうしの打撃音も問題となる。これらの複雑な騒音発生メカニズムに対し、効果的な対策を施すには、個々の音源を分離評価することが望まれる。そこで建設機械の特殊性も考慮した試験研究設備が、騒音を解析する上で重要なポイントとなってくる。

写真-1では、ブルドーザにエンジンを搭載した状態で排気音を調査しているところ

写真-2は、ブルドーザが走行中に、走行装置より発生する金属どうしの打撃音、即ちトラックリンクとフロントアイドル、キャリアローラ、スプロケットなどとの打撃音を解明することを目的とした足まわりベンチテスト装置である。

このような試験研究設備により求められた騒音源の個別寄与度にもとづいて、各騒音源の低減目標値を定め、逐次騒音対策を実施していくのである。



写真-1



写真-2

### 3・2 騒音対策方法

キャタピラー社及びキャタピラー三菱が行っている騒音対策は、表-2に示すような内容であるが、現在生産中のものと、将来の新機種にもり込む対策とに分けられる。ただ実際の騒音対策にあたっては、機械のモデルにより、必要とする騒音低減量が異なるし、ブルドーザなどの使われ方、稼働現場の状況、作業対象物等がさまざまなので、それらに合せて設計方法が変ってくる場合が多い。又、騒音対策を施した場合、次に述べるような難しい問題があり、開発に時間と費用のかかる原因となっている。

①防音カバーによるエンジン及びエンジンルーム内の過熱

②電装品などの耐熱性

③騒音対策部品の耐熱性、耐油性、耐久性

④騒音源を遮蔽することによる保守管理とサービシ性の低下

⑤騒音対策部品装着による車両寸法、重量等の増加、これにもとづく干渉、視界の悪化

⑥サクシヨンファンを使用した場合に熱風、塵埃が運転席側に侵入するなどの乗り心地の問題

⑦コストの増大

最終的な騒音対策の内容が決定した後も、試作車の段階において、単に騒音低減量を求めるだけでなく、エンジン冷却ファンによる空気の流れの状況を標準車と比較検討を行ない、オーバーヒートとなることを未然に防いだり、あるいは騒音対策部品の個別の騒音低減寄与の程度を周波数成分別に求めておくことが、次のより効率的な騒音対策に結びつけるために大切である。更に試作車の段階で十分に実験動試験を行って、問題点を抽出し改良しておくことは当然行われねばならないが、騒音対策車として顧客に販売した後にも客先の協力を得て、追跡調査を怠らぬことが重要である。

### 4. 実際の騒音対策車

ここで本年3月、建設省に納入した低騒音形D6C湿地ブルドーザ(全装備重量15.9トン、エンジン出力142PS)次ページの写真-3について紹介したい。この騒音対策車の仕様値としては、

運転者耳元	90 dB(A)以下
定置周囲騒音	ブルドーザ外側より30m地点で65 dB(A)以下
走行騒音	中間速度段にて同じく30m地点で75 dB(A)以下

対象部類	現状の対策	今後の研究課題
エンジン本体	作業条件に合わせてエンジン低速化 弾性支持 エンジンエンタロージ	燃焼状態の対策研究 エンジンプロッタ剛性増加 ピストンスラップ音の低減 近接エンタロージ 振動伝達機構の研究
吸排気系統	大型マフラー 防音材付マフラー マフラー内部形状変更	マフラーの改良 バルブメカニズムの研究
冷却系統	低速大型ファン ファンブレード改良 冷却性能の向上 ラジエータームバダリル ラジエーター吸音材付エアスタブ 冷却空気取入方法の改良	ファンラジエーター周辺の改良 ファンブレードの改良 ラジエーターとエンジンルームの隔離 ファン駆動方法の変更
動力伝達機構 油圧機構	ギヤ精度向上、形状改良 配管類、油圧ホース類の適正取付 弾性支持、防振設計の徹底	振動伝達機構の研究 油圧コンポーネントの低騒音化
トラローフ部分	密封筒形式トラクタリシタ アイドラー等のドンピング特性の改良 トラクタローフ配列の変更 トラクタ張り調整	打撃音の低減 防音材料の研究
運転者耳元騒音 音に対して	騒音対策キャブ 運転席周囲の遮音、防振 吸音材付キャノピ	エアコン付騒音対策キャブへ移行

表-2 建設機械の騒音対策

この値は標準車と比較した場合、運転者耳元で9 dB(A) 定置周囲騒音で6～11 dB(A)の低減量を必要とした。この開発にあたっては、キャタピラー社のフランス向騒音対策車に追加対策を実施していったが、特に次のことに留意した。即ちエンジン出力性能を全く変更せず、ブルドーザとしての作業性能を損わないこと、そのほかに前項で述べたオーバーヒート、サービス性の低下等をまねかないように配慮した。実際の対策は表-3に示す内容である。その結果、運転者耳元の騒音で10 dB(A)、定置周囲騒音で最大13 dB(A)の低減効果が得られた。



写真-3

### 5. 今後の展望

現在行われている建設機械の騒音対策は、吸遮音効果のある防音カバーを取付けたり、大型マフラーの採用等標準車に対策部品を装着することであったが、今後の方向としては、新機種の開発の段階で、標準仕様車に騒音を考慮した設計を行ない、より信頼性のある構造とすることである。そのためエンジン冷却システムの総合的対策のほか、エンジン燃焼音、吸排気機構、ピストンスラップ音、エンジンブロックの剛性増加などについても逐次研究が進むであろう。しかし低騒音化だけでなく、エンジン性能、排気エミッションなどとの関連もあり単純には解決しない。

更に騒音対策車の保守管理の問題がある。ブルドーザなどの建設機械のオペレータやサービスマンは、標準車では機械の油漏れや運転中に発生する異音などに気づき易く、大きなトラブルを未然に防ぐ場合が多いが、この点、騒音対策車は密閉部分が多く、常に注意深い取扱いが必要となり、今後の研究課題の一つとなっている。

このように騒音対策上の種々の改良すべき点が残されてはいるが、建設機械を供給する立場として、社会的要請に応じ、かつ顧客に満足してもらえらる経済的でより耐久性のある騒音対策車の開発に今後とも努力していきたい。

1. エンジンマウンティング弾性支持
2. 防音材付大型マフラー
3. 完全密閉型吸音材付エンジンサイドカバー
4. アンダーガードのシール
5. ラジエータ前面吸音材付エアスタブ
6. 冷却ファン回転の低下
7. 冷却ファンブレードの幅を広く角度も変更
8. ラジエータ形状増大及び銅ファンに変更
9. エンジンフードより冷却風の取入
10. 車体後方燃料タンク下部を密閉
11. 密封潤滑式トラクタリンクの採用
12. ダッシュボードの防振支持、吸音材貼付
13. 運転席床に遮音用フロアマット
14. 運転操作レバーにブーツ取付
15. 運転席の防振支持と下部遮音
16. 吸音材付キャノピ

表-3 低騒音形D6C湿地ブルドーザ対策内容