

## 環境対策、環境負荷の無害化処理、発生源処理

### 4.1.9 騒音防止

騒音は身近な大気汚染ですが、汚染源が物質ではなくエネルギーで、伝搬距離が短いのが特徴です。人の感性に訴える直情的な不快感なので、苦情件数が最も多い環境問題です。騒音は工場（事業場）の作業者にとっても大きな問題なので、労働環境としても十分な対策が必要です。本稿では騒音の規制対象と規制基準、および工場（事業場）の騒音対策について概説します。

騒音は大気汚染の一つの形態ですが、不快感が人間の感性に直接影響を与えるので、環境として守られるべき基準が定められています。騒音規制法は騒音の発生源に対する規制で、「工場・事業場騒音」、「建設作業騒音」、「自動車騒音」の発生源や管理者が対象になります。「工場・事業場騒音」と「建設作業騒音」の発生源は、騒音発生設備の届け出と、規制基準の順守義務があります。騒音の規制では、都道府県知事や市長・特別区長が適用地域を指定することになっており、主に第1種区域には都市計画法による低層住居専用地域、第2種区域には中・高層住居専用地域、第3種区域には商業地域や準工業地域、第4種区域には工業地域が指定されています。

苦情が非常に多い住宅地の近隣騒音は、騒音規制法の対象になっていません。深夜営業の騒音や拡声機騒音については、地方公共団体が地域の実情に応じて必要な措置を講ずることとなっており、都道府県や市町村が地方条例による規制や指導を行っています。

## 1. 騒音規制法の対象騒音と規制基準

「工場・事業場騒音」の対象設備（特定施設）と規制基準を表1と表2、「建設作業騒音」の対象建設工事（特定建設作業）と規制基準を表3と表4、「自動車騒音」の要請限度を表5に示しま

す。自動車騒音の要請限度は、この水準を超えた場合に市町村長が都道府県公安委員会に改善を要請する騒音の水準です。

## 2. 工場（事業場）の騒音対策

騒音のうちもっとも長期的に、しかも連続した長時間にわたって影響を与えるのは工場騒音です。工場には騒音源になる多様な機器類があり、それぞれ異なった周波数と水準の騒音を発生させています。騒音は空気中を伝播するだけでなく、振動や

表1. 工場・事業場騒音の特定施設

金属加工機械（圧延機械、製管機械など）
空気圧縮機および送風機（定格出力7.5kW以上）
土石用また鉱物用の破碎機、摩砕機、ふるい、分級機（定格出力7.5kW以上）
織機（原動機を使用するもの）
建設用資材製造機械 （コンクリートプラント、アスファルトプラント）
穀物用製粉機（ロール式で定格出力7.5kW以上）
木材加工機械（ドラムパーカー、チップパーなど）
抄紙機
印刷機械（原動機を使用するもの）
合成樹脂用射出成形機
鋳造型機（ジョルト式のもの）

表2. 工場・事業場騒音の規制基準（デシベル）

時間区分	昼間	朝・夕	夜間
第1種区域	45~50	40~45	40~45
第2種区域	50~60	45~50	40~50
第3種区域	60~65	55~65	50~55
第4種区域	65~70	60~70	55~65

表 3. 建設騒音の特定建設作業(一部抜粋)

くい打機、くい抜機、くい打くい抜機（圧入式を除く）を使用する作業
びょう打機を使用する作業
さく岩機を使用する作業
空気圧縮機を使用する作業（電動機を除く） （原動機の定格出力が 15kW 以上）
コンクリートプラント（混練機の混練容量 0.45 m <sup>3</sup> 以上）、アスファルトプラント（混練機 の混練重量 200kg 以上）を設けて行う作業
バックホウ（引き寄せ型ショベルカー）（原動 機の定格出力 80kW 以上）を使用する作業
トラクターショベル（原動機の定格出力 70kW 以上）を使用する作業
ブルドーザー（原動機の定格出力 40kW 以上） を使用する作業

表 4. 建設騒音の規制基準と時間帯

規制の内容	第 1 号区域	第 2 号区域
騒音の大きさ	敷地境界で 85 デシベル以下	
作業禁止時間	午後 7 時～ 午前 7 時	午後 10 時～ 午前 6 時
作業時間上限	1 日 10 時間	1 日 14 時間
作業日数上限	連続 6 日以内	
作業日	日曜日、休日でないこと	

注：第 1 号区域：特に静穏を必要とする区域

第 2 号区域：第 1 号区域以外の区域

表 5. 自動車騒音の要請限度（デシベル）

区域	a		b		c
	1	2 以上	1	2 以上	
車線	1	2 以上	1	2 以上	1 以上
昼間	65	70	65	75	75
夜間	55	65	55	70	70

注 1：a 区域は住居専用区域

b 区域は主として住居専用の区域

c 区域は住居・商業・工業等の混在区域

注 2：昼間：午前 6 時～午後 10 時

夜間：午後 10 時～午前 6 時

配管を通じて離れた場所にも伝わります。騒音の影響を大きく受けるのは、工場外の居住者よりも先に工場で働く作業員です。したがって労働環境の観点から、工場内部の受音者対策も重要です。本稿では工場を対象とした騒音対策を、音源対策、伝搬経路対策、受音者対策に分けて解説します。事業場は工場と同等の施設とします。

## 2.1 音源対策

具体的な音源対策には低騒音型機器の採用、騒音発生原因の除去、遮音、消音、制振の 5 種類があります。低騒音型機器の採用は、低騒音型の送風機、ポンプ、モーター、冷却塔などを採用する対策で、機器により 10 デシベル程度の効果が期待できます。騒音発生原因の除去は、原因によって対策が異なります。例えば聞きなれない異音の場合は、給油不足や機械の調整不足に起因することが多いので、保全管理状況を確認して是正します。配管の振動が騒音源の場合は、流量制御の方法や、接手を含む配管サイズ、および配管ルートの変更が対策になります。

遮音は音源の周囲に遮音材を設置し、空気中を伝搬する音波を外部に透過さないように跳ね返す対策です。遮音材は面密度や質量のある物ほど性能が高く、1 層より 2 層にして中間空気層を設ける方が効果的です。遮音鋼板、鉛板、コンクリート、スレートなどが使用されますが、塩化ビニルに特殊な金属充填剤を多量に配合したシート状の遮音材も市販されています。切断や折り曲げが容易で、壁・天井・床・配管・ダクトなどにも貼ることができます。シート状の遮音材の利用で、嫌な音の入り込み、漏れ、共振を防ぐことができます。遮音は隙間を残さないことと、吸音材との併用が効果的な対策になります。

ラギングは遮音材や吸音材で音源を包む対策です。配管の場合は 1 層目に直管部とエルボに遮音

シートを巻き、2層目に吸音材を取り付け、その外側を防水シートで巻き、さらに外装として板金施工した事例が紹介されています。この事例では敷地境界で約60デシベルだった騒音レベルが、対策後には45デシベルに低下しています。ラギングによる遮音と吸音の騒音防止効果は、最大で30デシベル程度です。

防音エンクロージャーは音源機器の低騒音化が不可能な場合、または限度に達した場合の対策です。具体的には音源機器を専用の閉鎖空間に収納し、外側は遮音材で覆い、内部は吸音材で内張します。音源機器が重量物の場合は、基礎との間に防振パッドを置き、必要ならダクトに消音器（サイレンサー）を設置します。音源の種類によっては、冷却装置や換気装置の設置が必要になります。非常に騒音レベルが高いタービンや、大型回転機の騒音対策に使用する場合は、人が常時作業しなくても点検などで出入りするの、ドアにも隙間のない防音対策を実施します。

消音は吸音材で騒音のエネルギーを熱エネルギーに変換する方法です。吸音材にはグラスウール、ロックウール、軟質ウレタンフォームのような、粗雑な表面で連続気泡の軽いものが適しています。グラスウールとロックウールは、吸音だけでなく保温機能もあるので、音源機器を覆って保温と防音を兼ねることができます。吸音材料の性能は吸音率で示され、理論的には0が完全反射、1が完全吸収です。ロックウールやグラスウールのような多孔質材料の吸音特性は下記です。

- ① 吸音率は周波数の増加とともに大きくなり、中高音域から高音域で高い吸音率を示す。
- ② 吸音材の厚さを大きくすると、一般的に吸音率が高くなる。
- ③ 背後空気層を増すと、低音域も含む広い周波数範囲にわたって吸音率を高くできる。

市場には多様な密度、厚さ、重量の吸音材が供給されており、耐熱性、難燃性、吸音特性の仕様が開示されています。

消音器（サイレンサー）は、配管内を伝わる騒音が下流に伝播するのを防ぐ装置で、主に干渉型、拡張型、吸音型の3種類が使用されています。干渉型消音器（サイドブランチ）は、音源機器に接続している管路に短い枝管を設け、音波の干渉により騒音レベルを低減させる仕組みです。干渉型消音器は、比較的低い周波数帯域の減衰に使用します（数100Hz以下）。

拡張型消音器は管路の一部を拡張し、断面積を大きくしてガス流の速度と圧力を低下させます。出口では希薄になったエネルギーを出口管の面積に相当する大きさだけ通過させ、残りは管路内の反射により減衰させる仕組みです。拡張型消音器は、低い周波数帯域と超低周波域で使用します。（主に100Hz以下）

吸音型消音器は内部に吸音材を組み込み、音波による振動で吸音材を振動させ、吸音材の粘性や摩擦で音のエネルギーを熱エネルギーに変換させる仕組みです。高い周波数帯域で音のエネルギーが大きい場合に、効果的な減衰効果を発揮します。吸音材の減衰効果は、吸音材の厚さによって各周波数帯域での効果に違いが生じます。吸音材が厚いと低い周波数帯域で効果があり、薄く設置間隔が狭ければ高い周波数帯域で効果が大きくなります。拡張型との組み合わせで、減衰効果を大きくすることもできます。

制振は振動が騒音の原因を構成している場合の対策で、防振剤や制振材を使用して騒音レベルを下げます。防振剤は防振ゴム、防振パッド、金属バネなどで、振動エネルギーを吸収して空気伝播音

を遮断します。防振ゴムは音源の据え付け部や近辺との接触部に設置します。防振パッドは寸法をカットして敷くだけですから容易で安価です。金属バネは音源機器の基礎に設置します。制振材は振動エネルギーを熱エネルギーに変換して固体伝播音を吸収します。高分子系の製品が多く、振動の一番大きいところから貼っていきます

## 2.2 伝搬経路対策

伝搬経路対策の一つは、音源機器を労働環境や敷地境界線から離す方法です。距離による減衰効率は、一般的に配管のような線音源なら 10m で約 10dB、20m なら 20dB 程度です。回転機のような点音源なら 10m で約 20dB 減衰します。遮蔽は防音壁の設置で、最大で 25 dB 程度の減衰効果を期待できます。吸音は音源機器を設置した部屋の

周囲に吸音材を設置し、反響音を減らします。

## 2.3 受音者対策

作業従事者の適切な労働環境を確保する方法には、遮音、暴露時間の短縮、耳保護具の利用があります。遮音対策では、音源機器の設置室内に出入りの容易な遮音室を設置します。耳保護具には耳栓とイヤマフがあります。

表 6 に工場（事業場）の騒音対策を網羅的に示します。騒音の伝搬や減衰特性は、音源の種類だけでなく周波数領域で異なります。また遮音や吸音の成果は施工の設計と資材の仕様で異なるので、期待成果は概略の推定です。（おわり）

表 6. 騒音防止対策の構成

分類	方法	内容		期待効果
音源対策	低騒音化	低騒音型機器の採用	対象機械：送風機、圧縮機、ポンプ、モーター、冷却塔、他	約 10dB
		騒音発生原因の除去	異音：保全管理状況の確認と是正 配管振動：流量制御方法の変更 接手を含む配管サイズ変更 配管ルートの変更	大
	遮音	遮音材の設置、遮音材や吸音材で音源機器や配管を包むラギング、防音エンクロージャー		最大 30 dB
	消音	吸音材による音源機器のラギング、消音器（サイレンサー）の設置		約 20dB
	制振	制振材の塗布または貼り付け		約 10dB
伝搬経路対策	距離確保	音源機器の配置を労働環境や敷地境界線から離す伝搬距離確保		10～20dB
	遮蔽	防音壁の設置、音源機器の建築物内移設、建築物による遮蔽		最大 25 dB
	吸音	音源機器の設置空間吸音処理、反響音を減らす		設計による
	方向変換	音源に指向性がある場合は配置角度を問題のない方向に変更		設計による
受音者対策	遮音室	音源機器の設置室内に作業員用の遮音室を設置		設計による
	作業調整	作業従事者のスケジュール調整で騒音暴露時間を低減		調整による
	耳の保護	耳栓の使用：耳に直接挿入する耳栓の使用（多様な製品が市販） イヤマフの使用：イヤマフ（イヤーマフラー）は耳全体を覆う形態の防音保護具で防音効果大（射撃用や工事現場用から一般化）		25～35 dB