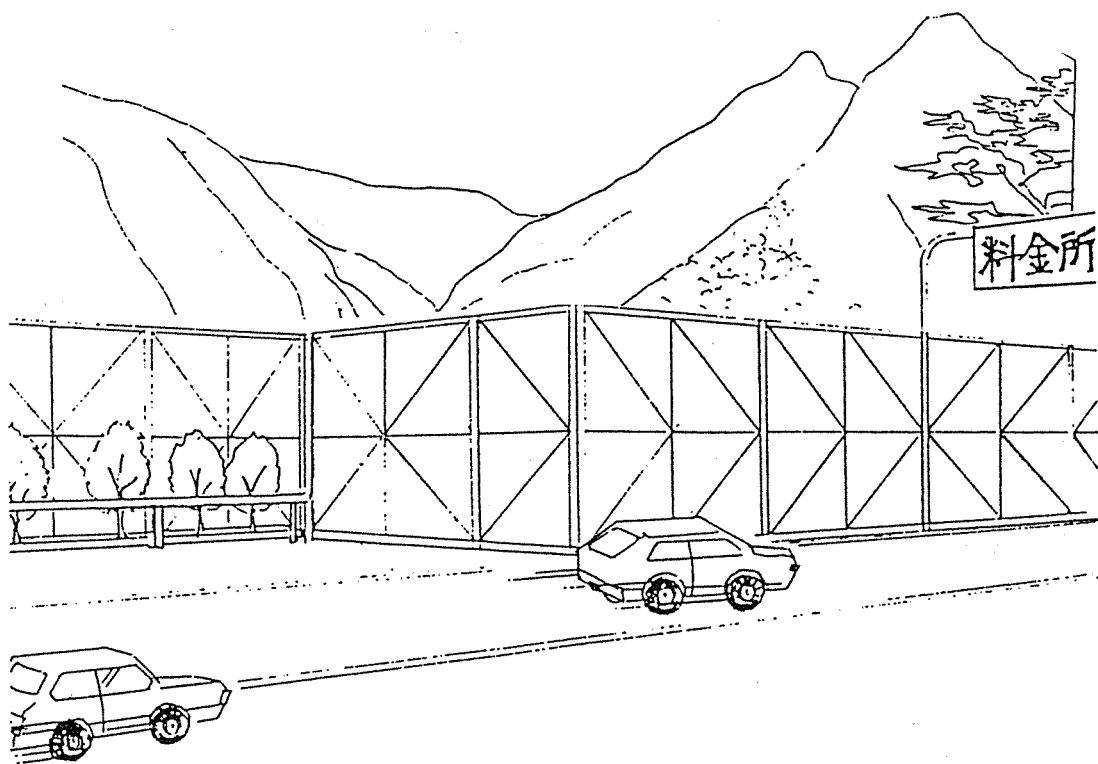


木製遮音壁設計施工の手引き



財団法人 日本住宅・木材技術センター

まえがき

近年、価値観が多様化し、生活の便利さより自然とのふれあいを求める傾向が強まる中で、遮音壁等道路施設の整備の面でも、単に機能を発揮することだけでなく、潤いを与えることを求める要請が次第に高まっています。

木製遮音壁は、多様なデザインを容易に実現すること及び周辺の自然環境に調和することが可能であり、ドライバーや沿線住民に対しても、豊かなアメニティ感覚を与えることができます。

また、木製遮音壁は、遮音性能の面では、コンクリート製のものと同程度の性能をもち、施工性の面でも、軽量であり施工が困難な所でも比較的容易であるといった特徴をもっています。

さらに、再生産可能な資源を使用していること等から地球環境保全に役に立つ上に、多量の中小径木を必要とするため地域産業の振興にも貢献するものです。

我が国では、耐久性やコスト等の問題から木製遮音壁の設置例はごく少ない状況にありますが、欧米では、かなり多く用いられています。我が国においても、ドライバーや周辺住民のアメニティに対する要請に応えると共に、木製のもっている意義や特徴を考慮して、木製遮音壁の設置を検討する時期に来ていると考えられます。

本書は、木製遮音壁の意義や特性に対する理解を深めると共に、設計施工及び維持管理のあり方について詳しく記述してあります。本書が関係の皆様にご利用され、木製遮音壁の設置が増加しますよう心から期待しています。

本書は、次ページに示す委員会の検討の成果です。具体的な作業は、木製遮音壁分科会が行いました。本書作成にあたり貴重なご指導やご意見をいただきました本委員会の委員各位、多忙な中を積極的に本書作成に取り組んでいただきました分科会の委員各位及び委員会活動を支援していただきました関係官庁の担当官ほかの皆様に対し深く感謝を申し上げます。

平成6年3月

(財)日本住宅・木材技術センター

理事長 下川英雄

建造物適用技術推進委員会

委員長	塩田 敏志	東京農業大学農学部教授
委員	木方 洋二	名古屋大学農学部教授
	大熊 幹章	東京大学農学部教授
	喜多山 繁	東京農工大学農学部教授
	矢田 茂樹	横浜国立大学教育学部教授
	古澤富志雄	職業能力開発大学校助教授
	小林 章	東京農業大学農学部講師
	平井 卓郎	北海道大学農学部教授
	信田 聡	東京大学農学部助手
	小松 幸平	農林水産省森林総合研究所木材利用部接合研究室長
	井上 武	日本道路公団技術部緑化推進課長
	藤内 誠一	(社)日本造園コンサルタント協会技術委員長
	蓮見 隆	(社)日本マリーナ・ビーチ協会調査役
	大曾根 真	日本木材防腐工業会専務理事

建造物適用技術推進委員会

木製遮音壁分科会

主査 委員	喜田山 繁	東京農工大学農学部教授
	田中 千秋	島根大学農学部教授
	服部 順昭	東京農工大学農学部助教授
	末吉 修三	林野庁森林総合研究所木質環境研究室長
	武井富喜雄	長野県林業総合センター木材部長
	清水 則夫	(財)ベターリビング ^{（株）} 建築センター試験部技術主任
	三村 典彦	信州カラマツ工業会専務理事
	永井 哲	大建工業株式会社デザイン室長
	事務局	牧 勉
屋代 榮久		(財)日本住宅・木材技術センター技術主任

目 次

1. 総 則	1
1. 1 手引きの目的	1
1. 2 適用の範囲	1
1. 3 用語の定義	2
2. 木製遮音壁の概要	3
2. 1 木製遮音壁の特徴	3
2. 2 設置の意義	3
2. 3 設置の場所	4
3. 木製遮音壁の性能	6
3. 1 遮音・吸音性能	6
3. 1. 1 遮音壁の減音効果	6
3. 1. 2 遮音壁に要求される音響性能	8
3. 1. 3 遮音壁の設置位置、高さ及び長さ	9
3. 1. 4 木材、木質材料の音響特性	11
3. 1. 5 木材、木質材料を使用した遮音壁の効果	19
3. 2 防・耐火性能	22
3. 3 耐久性	23
3. 3. 1 防腐処理	24
3. 3. 2 耐候処理	27
4. 木製遮音壁の設計施工	29
4. 1 設計の基本	29
4. 2 設 置	29
4. 2. 1 設置位置	29
4. 2. 2 設置高さ	30
4. 2. 3 設置延長（総延長）	30
4. 3 形式の選定	30
4. 3. 1 形 式	30
4. 3. 2 遮音板の選定と形状	30
4. 3. 3 遮音板の音響性能	31
4. 4 設計条件	32
4. 4. 1 荷重の種類	32
4. 4. 2 材料強度及び許容応力度	32
4. 4. 3 許容応力度の割増し	35

4. 4. 4	地盤の諸定数	3 5
4. 4. 5	遮音壁の安全性	3 5
4. 5	壁体支持架構	3 6
4. 5. 1	設置位置	3 6
4. 5. 2	支 柱	3 6
4. 5. 3	遮音板	3 6
4. 5. 4	土留板	3 7
4. 6	基礎の設計	3 8
4. 7	木製遮音壁の施工	4 0
5.	木製遮音壁壁体の製造	4 1
5. 1	製造工程	4 1
5. 2	乾燥工程	4 1
5. 3	切削工程	4 2
5. 4	防腐・難燃処理	4 2
5. 5	組立加工	4 3
6.	メンテナンス	4 4
6. 1	点検項目	4 4
6. 2	音響性能に関する点検	4 4
6. 2. 1	遮音性能	4 4
6. 2. 2	吸音性能	4 5
6. 3	生物的劣化に関する点検	4 5
6. 3. 1	変 色	4 5
6. 3. 2	腐 朽	4 6
6. 3. 3	虫 害	4 6
6. 4	非生物的劣化に関する点検	4 7
6. 4. 1	変 色	4 7
6. 4. 2	変 形	4 7
6. 4. 3	隙 間	4 8
6. 4. 4	機械的損傷	4 8
6. 4. 5	火災による劣化	4 9
6. 5	補 修	4 9
6. 6	取り替え	5 0
6. 7	点検・補修記録	5 0
7.	壁体の更新と再利用	5 2
7. 1	壁体の更新	5 2
7. 2	壁体の再利用	5 2

1. 総 目 次

1. 1 手引きの目的

本手引きは木製遮音壁について、合理的な計画、設計、施工及び維持管理の一般的な方法を明らかにし、もって木製遮音壁の普及に資することを目的とする。

道路の遮音壁は様々な材料で作られる可能性を持つ。現在はコンクリートやアルミパネルなどが一般的であるが、新しいタイプやデザインの遮音壁、多様な機能を持つ遮音壁、アメニティにすぐれた遮音壁が求められる機運にある。木製遮音壁はこのような要求に応えられる可能性を持つ。

本手引きは、道路の遮音壁を木材を主たる材料で作成する場合の、設置計画、構造設計、施工及び維持管理の方法を示す。

木製遮音壁は多様なデザインが可能で、豊かなアメニティ感覚をドライバーや沿線住民に与えることができる。欧米ではよく用いられているが、日本では耐久性やコスト上の問題などから設置例は少ない。本手引きでは、これらの問題を克服し、信頼性のある遮音壁として設置し、使用し得るように、計画から維持管理まで、総合的かつ具体的な方策を示すこととした。

遮音壁の設計指針としては、日本道路公団から、「遮音壁設計要領」及び「遮音壁設計図集」などが刊行されているので、本手引きの記述に当たっては、これを基準とした。

1. 2 適用の範囲

本手引きは、木材を主たる遮音材料として使用した道路用の遮音壁に適用する。

木製遮音壁は、基礎、支柱、遮音板から構成されている。本手引きは木製遮音壁の計画、設計、遮音板の製造、施工、メンテナンス等木製遮音壁の計画から維持に至るまでの技術的な対処についての標準的な方法を示すものである。

1. 3 用語の定義

本手引きにおいて使用する用語を以下に定義する。

- (1)木製遮音壁 ----- 木材を主たる遮音材料として使用した道路用の遮音壁。
- (2)遮音板 ----- 基礎と支柱によって支えられる遮音や吸音の性能を有する板、パネル。
- (3)透過率 ----- 物体の一方の面に音波が入射したとき、入射した音波のエネルギーと物体を透過して出ていくエネルギーの比。
- (4)透過損失 ----- 音の材料に対する透過率の逆数の常用対数の10倍の値をdB表示したもの。遮音板の遮音性は透過損失で表示され、周波数400Hzに対して25dB以上、1000Hzに対して30dB以上を必要とする。
- (5)吸音率 ----- 物体の一方の面に音波が入射したとき、入射した音波のエネルギーと物体内に吸収されたエネルギーの比。遮音板の吸音性は周波数400Hzに対して70%以上、1000Hzに対して80%以上の吸音率を必要とする。
- (6)木材素材 ----- 丸太、角材、板などの総称。
- (7)木質材料 ----- 木材を原材料として作られた合板、パーティクルボード、ファイバーボード等の木質系材料。
- (8)防腐処理 ----- 木材が菌類などの生物によって劣化されるのを防止するため薬剤を注入するなどの方法による処理。
- (9)防腐剤 ----- 防腐処理を行うための薬剤。
- (10)木材の高耐久性化 ----- 木材を防腐処理、難燃処理、化学処理、表面被覆などを行って、耐久性を向上させること。
- (11)コンクリート基礎 ----- 支柱と遮音壁を支えるコンクリートの基礎。
- (12)鋼管杭基礎 ----- 支柱と遮音壁を鋼管で支える基礎。
- (13)アメニティ ----- 場所、気候、環境などの快適さ、性質の感じのよさ、生活を楽しく感じる感覚。
- (14)騒音レベル ----- 音圧計に特定の補正回路を組み込んで規格化された騒音計で測定された音圧レベル。
- (15)パーセンタイル騒音レベル ----- 変動する騒音の評価法の一つで、騒音レベルがあるレベル以上である時間が実測時間のx%を占める場合、そのレベルをxパーセンタイル（時間率）騒音レベルという

2. 木製遮音壁の概要

2. 1 木製遮音壁の特徴

木製遮音壁は、その遮音性能においてコンクリート壁体と同程度の性能を持ち、また軽量であるので施工が困難な所でも設置できる。材料が木材であるため、コンクリートやアルミニウム製遮音壁では困難な多様なデザインが期待できる。

交通騒音遮音壁の材料には、従来よりコンクリート、アルミニウムが伝統的に使用されており、木材の使用例は少ない。しかし、木製の遮音壁の遮音効果はコンクリート製遮音壁の効果と、400Hz, 1000Hz の周波数領域でほとんど差が認められず、材料が木材であっても充分遮音タイプの壁体としての機能を発揮する。吸音効果は素材のままでは、400Hz, 1000Hz に対して10%前後と多くは望めない。しかし壁体に吸音処理を施せば、日本道路公団の仕様を満足させることができる可能性がある。

木材の比重はコンクリート、アルミニウムに比べると、おおよそ 1/4~1/5 と小さいので、木製遮音壁はコンクリート、アルミニウム製遮音壁より軽量である。したがって多層道路や橋梁等のように設置に重量規制が要求される所には、最適な壁体である。

遮音壁の主目的は自動車騒音を遮蔽することであるが、ドライバーに対しては運転時の心理状態を和らげ、安全運転を喚起させる遮蔽物である必要がある。木製遮音壁は、材料となる木材が本質的に持っている暖かい肌合いと色合い、木目、節、辺心材等を生かしたデザインにより、視覚変化を作り出すことが期待できるので、ドライバーの疲労と集中力の欠如を防ぎ、知覚能力を高めるのに役立つ可能性がある。

2. 2 設置の意義

木製遮音壁は、自然、都市など人間との調和、さらには地球環境の保全に役立つ。また設置には多量の中小径木を必要とするため地域産業の振興に貢献し、廃棄に際しては壁体の他製品への再利用も期待できる。

遮音壁は、半永久的な建造物であるため、周辺住民に対しては、単なる騒音遮蔽物であるだけでなく、周辺の自然あるいは都市環境に調和することも必要である。木製遮音壁は、木材が本質的に人間に対して持っている暖かい肌合いと色合いを活かすことを通じて、自然景観や都市景観との調和したものにし得る。また歴史的、文化的諸設備に調和し、その表示板としても利用できる。

地球温暖化、酸性雨、砂漠化、森林の消滅等に起因する地球環境の劣化が近年厳しく指摘されだしている。地球温暖化は地上から放出される炭酸ガスやメタンガスに原因し、その量は毎年30億トずつ上昇を続けてるといわれている。地球上に放出される炭酸ガスやメタンガスの主発生源は現在主エネルギー源となっている化石燃料であることはよく知られている。遮音壁の主材料であるアルミニウム、鋼鉄、コンクリートを製造する際に放出される炭酸ガスはそれぞれ1 m³当り5,320、22,000、120kg、一方天然乾燥製材ではわずか15kgと算出されている。また製材1 m³中に貯蔵される炭酸ガスは250kgに及ぶがアルミニウム、鋼鉄、コンクリートでは皆無である。このことは遮音壁材料として木材を使用することが、資源育成から材料の加工までのトータルとして、大気中の炭酸ガスを軽減していることになり、地球環境の保全に貢献するといえる。¹⁾

木製遮音壁に使用される木材は、設置地域で産出されるものを使用するのが望ましい。末口径10cm程度の小径木、間伐材等でも材料として使用でき、またその必要量は遮音壁の総延長に左右されるが、例えば、総延長1 kmとすれば10,000本以上となる。このような量を遮音壁を設置する地域の山林より供給することになるのなら、山林の健全な育成が助長されるだけでなく小径木、間伐材に新たな市場価値が生まれ、地域林業の活性化を招き、小径木の有効利用の一助となり、地域産業の振興に大きく貢献すると期待できる。劣化により廃棄される壁体は、チップにすることにより、木質材料、パルプ、肥料等の原料や植栽地等の園芸資材等として再利用できる可能性もある。

【文献】

- 1) 中島史郎、大熊幹章：地球温暖化防止行動としての木材利用の促進、木材工業、46(3)、127-131(1991)

2. 3 設置場所

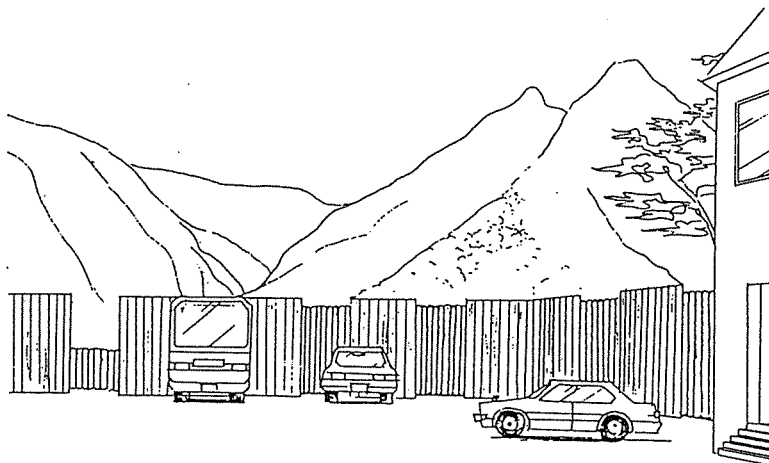
木製遮音壁は住宅地に近接した道路、景勝地、パーキングエリア等での設置に適するが住宅密集地域等での設置には適さない。

木材はコンクリートやアルミニウムに比べ、加工が容易であり、また色々な模様を持っているので、市街地を走る道路上では周辺の建物に、また郊外や山村、そしてリゾート地、山あいの景勝地における道路やパーキングエリアでは、田園や山川に調和したデザイン、色調の遮音壁を作製できる。例えば、都市では壁体の裏側を倉庫、車庫の一部に利用し、遮音壁を都市建造物の一部に組み入れること、橋梁や高架部では、それらと一体感の強い構造にすることや、眺望を期待できる場所では、高低差、折れ目、湾曲、重ね合わせ部を設け、その凹凸部に灌木

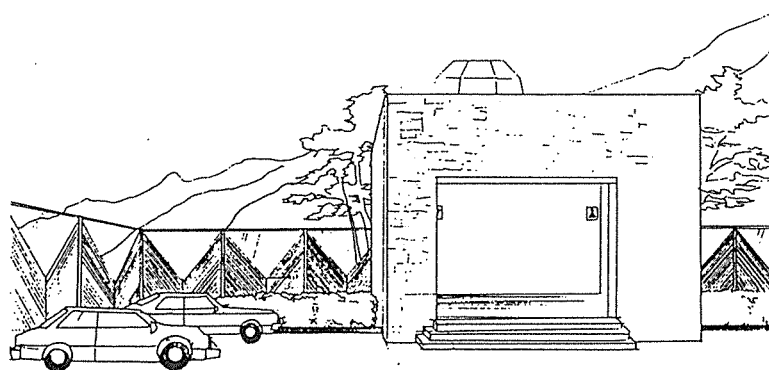
を植え、立体感を強調すると共に、避難出口、電話、塵箱、レストラン等の付帯建築物を組み合わせる事がトータルとして可能である。さらに壁体の一部に透明パネルを挿入することによって視覚的アクセントを付けることが容易である。デザインの数例を示す。

反面、木材それ自体では道路公団の要求する吸音率を満足せず、また燃焼するという性質を持つので、道路両側に建物が隣接する都市部の中心市街地、官公庁街、密集市街地等、吸音による遮音と防火が要求される地域での設置には適さない。

NO. 1	
設置場所	リゾート地帯の パーキングエリア案
周囲の環境	山あい風景地
遮音レベル	低
デザインポイント	<ul style="list-style-type: none"> ・素朴な山あいの環境に合う未加工デザイン ・開放感を与える
材料・工法	<ul style="list-style-type: none"> ・丸太に近い素材 ・駐車地帯は高く、それ以外は低い壁 ・フラット面と木肌面の組合せ



NO. 2	
設置場所	田園地帯の パーキングエリア案
周囲の環境	市街と郊外の中間地 疎らに民家が点在
遮音レベル	中
デザインポイント	<ul style="list-style-type: none"> ・景観重視 ・ある程度洗練されたデザイン
材料・工法	<ul style="list-style-type: none"> ・製材パネル ・景観のための窓 ・杉木立ちデザイン



NO. 3	
設置場所	市街地帯の高速道路
周囲の環境	市街地に近い
遮音レベル	高
デザインポイント	<ul style="list-style-type: none"> ・性能重視 ・視覚的变化 ・サインとしての要素
材料・工法	<ul style="list-style-type: none"> ・吸音複合パネル ・走行地帯、避難場所、料金所などエリア毎に少しデザインの違いを見せる →サインとしての役割を持たせる

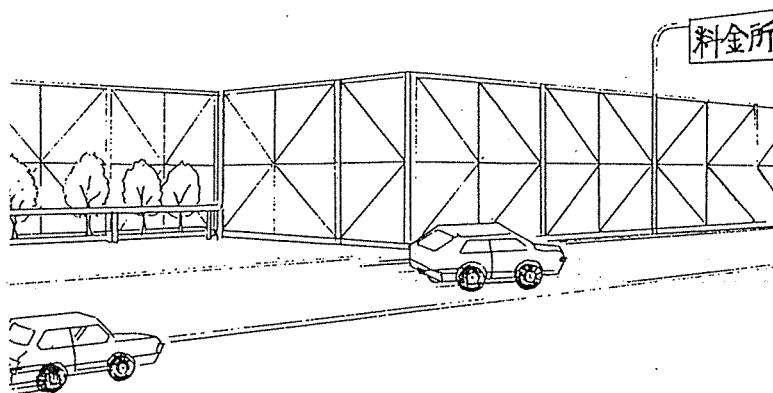


図2-1 遮音壁の設計例

3. 木製遮音壁の性能

3. 1 遮音・吸音性能

3. 1. 1 遮音壁の減音効果

音の大きさは、発生源から離れる（距離が長くなる。）ほど小さくなる。十分な遮音性能の壁があってもその反対側には音が回り込む（回折現象）。しかし、壁がない場合の直接音と比較すると、音源から受音点までの経路が長くなるため減音される。この効果は、図表（図3-3）・計算によって予測することができる。

(1)騒音の距離減衰

1)点音源からの距離減衰：回りに反射体の無い空間中にパワーレベルPWL (dB) の点音源があると、距離 r の点の音の大きさ L (dB) は、

$$L = PWL - 11 - 20 \log_{10} r \quad (\text{dB})$$

距離 r_1 、 r_2 におけるレベルを L_1 、 L_2 とすると

$$L_2 = L_1 - 20 \log_{10} r_2 / r_1$$

2)線音源からの距離減衰（図3-1）：発生する音の大きさが一様（単位長さ当り

PWL_L (dB)）な線音源があると、距離 r の点の音の大きさ L (dB) は、

$$L = PWL_L - 8 - 10 \log_{10} r \quad (\text{dB})$$

距離 r_1 、 r_2 におけるレベルを L_1 、 L_2 とすると

$$L_2 = L_1 - 10 \log_{10} r_2 / r_1$$

道路騒音の場合は、この線音源が用いられる。

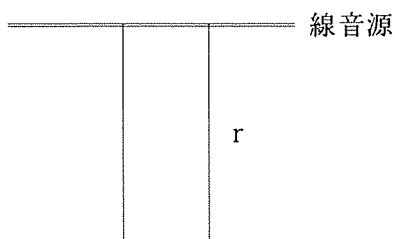


図3-1 線音源からの距離¹⁾

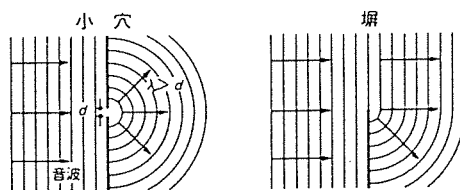


図3-2 小穴及び塀による音の回折²⁾

(2)音の回折

図3-2に示すように大きな壁の小穴からは2次波面が生じて裏側に広がったり、音の伝搬する途中に壁があるとその背後に音波が回り込む。これを回折現象という。この回折現象による音の伝搬のため、遮音壁の音響透過損失をいくらよくしても、壁の反対側の音の大きさが、遮音壁の性能どおりにならないことがある。

(3) 壁による回折減衰

音源と受信点の間に十分な遮音性の壁があってもその反対側に音が回り込む（回折）。しかし、直接音と比較すると壁による回折減衰により減音が期待できる。無指向性点音源のとき、直接音に対して十分両側に広がった薄い壁を挿入することによって得られる減音効果を図3-3に示す。壁を高くすることによって、経路差が大きくなり減音効果が大きくなることを示している。無限長線音源に対する壁の減音効果は、点音源によるものよりも約5 dB少ないとされている。壁が厚い場合、音源・受信点が地面と近接している場合は、別途計算により考慮する必要がある。

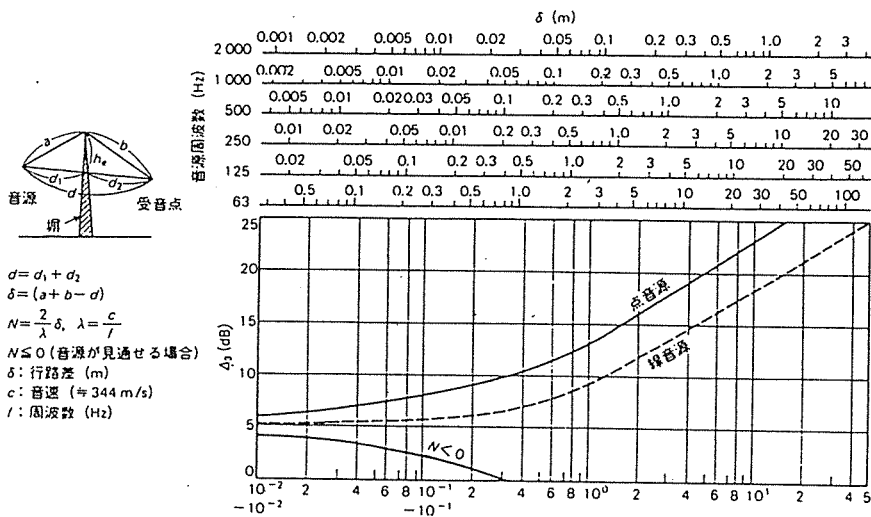


図3-3 半無限の薄い壁による回折減衰³⁾

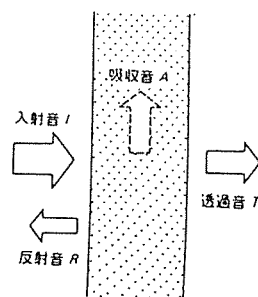


図3-4 音の反射・吸収・透過⁴⁾

3. 1. 2 遮音壁に要求される音響性能

- ①壁の反対側に透過する音は、壁で反射する音、壁体内に吸収される音が大きいかほど小さくなる。
- ②壁の音響透過損失は、回折減衰値以上でなければならない（原則、回折減衰値+10dB以上）。
- ③壁の吸音率 α が0.6、0.7、0.8、0.9の時、反射音はそれぞれ4、5、7、10dB減音される。

(1)音の反射・吸収・透過

壁に入射した音は、図3-4に示すように壁に反射する音（反射音）、壁体内に吸収する音（吸収音）、壁の反対側に透過する音（透過音）に分割される。遮音性能の高い壁とは、このうち透過音が小さくなる壁のことである。したがって、壁の遮音性能を高める方法としては、①反射音を大きくする方法、②吸収音を大きくする方法の2通りがある。①②の各方法で、同じ音響透過損失（遮音性能）の壁を製作したとする。音源側は、反射音の大きい①の方が②の場合よりもうるさくなり、二次的な反射音による騒音が生じる恐れがある。したがって、遮音壁を計画する場合、設置する場所によって、どちらの方法を主としたものにするか検討する必要がある。

(2)音響透過損失 [参考：日本道路公団の仕様、400Hzで25dB、1000Hzで30dB以上]

壁の近傍では、図3-3の d が0であるため δ が最大となり回折減衰値が最も大きくなる。この状態で、遮音壁として有効であるためには、壁の音響透過損失は回折減衰値以上でなければならない。通常、レベル差が10dB以上ある二つの音を合成すると、合成した音の大きさは、大きい方の音の大きさと等しくなる。したがって、厳密に言えば、壁の音響透過損失は、回折減衰値よりも10dB以上大きくなければならないことになる。

(3)吸音率 [参考：日本道路公団の仕様、400Hzで80%、1000Hzで90%以上]

吸音率 α は、 $\alpha = (\text{入射音の強さ} - \text{反射音の強さ}) / \text{入射音の強さ} = 1 - \text{反射率}$ で定められる。ここでは、吸音率 α の遮音壁に I (watt/m²)の強さの音が入射したとき、吸音効果により反射音の大きさがどれだけ減音されるかを計算する。

音の強さ I (watt/m²)に対するレベルを L (dB)とすると

$$L = 10 \log_{10} I / I_0 \quad (\text{基準値 } I_0 = 10^{-12} \text{ (watt/m}^2\text{)})$$

反射音の大きさ L_R は、

$$\begin{aligned} L_R &= 10 \log_{10} I (1 - \alpha) / I_0 \\ &= 10 \log_{10} I / I_0 + 10 \log_{10} (1 - \alpha) \\ &= L + 10 \log_{10} (1 - \alpha) \end{aligned}$$

したがって、減音する音の大きさ ΔL (dB)は、

$$\Delta L = L - L_R = 10 \log_{10} (1 - \alpha)$$

遮音壁の吸音率 α を0.6、0.7、0.8、0.9とすると、上式により減音する音の大きさ ΔL はそれぞれ4、5、7、10dBとなる。

3. 1. 3 遮音壁の設置位置、高さ及び長さ

- ①設置位置は、音源に近い程よい。
- ②回折による減音効果は、壁が高いほど大きくなる。目標減音量を得るのに必要な高さを計画する。
- ③設置延長が短いと側方より音が回り込み、壁の回折による減音効果が減少する。
- ④自動車道路周辺の騒音は、交通量、沿道の地表条件（盛土、切土、平たん、高架の有無等）と遮音壁の設置位置、高さで予測できる。

(1)遮音壁の設置位置

壁による回折減衰が最も大きくなるのは、図3-3の $\delta = a + b - d$ が最大の時である。設置位置を計画する際には、 δ が最大になるように検討する。壁の高さ h 。が一定、音源から受音点までの距離 $d (= d_1 + d_2)$ が一定、音源・受音点・遮音壁の設置位置が同一レベルのとき、 δ が最大となる壁の位置は $d_1、d_2 = 0$ の時である。したがって、このとき回折減衰による遮音効果が最も大きくなる壁の位置は、音源または受音点近傍である。受音点はまちまちであるため、音源位置近傍に遮音壁を設置するのが一番有効となる。

(2)遮音壁の設置高さ

遮音壁の設置位置が決まると、次に目標減音量を得るために必要な遮音壁の高さを計画する必要がある。音源から受音点までの距離 $d (= d_1 + d_2)$ が一定、音源・受音点・遮音壁の設置位置が同一レベルのとき、壁による回折減衰を大きくする（ δ を大きくする）には、壁の高さ h 。を大きくすればよい（図3-3）。

(3)遮音壁の設置延長

遮音壁の設置延長が短いときは、側方よりの音の回り込みにより壁の回折による減音効果が減少する。したがって、遮音壁は、対象受音点の直前部分に加えて、その両端に回折減衰による減音効果を維持できるよう延ばす必要がある。車道中心線から対象受音点までの距離を D 、壁の張り出し長さを l とする。 $l = 2D、3D、10D$ のとき、対象受音点から張り出した壁の端部までの距離 y は、 $y^2 = 5D^2、10D^2、101D^2$ となる。車道中心線とこの3種類の張り出し壁の端部から対象受音点まで距離の違いによる線音減からの距離減衰は、3、5、10dBとなる（3.1.1(1)）。

以上は、遮音壁を計画する際の基本事項である。以下に、遮音壁を実際に計画する際に必要となる道路周辺の推定騒音の算出方法を示す。

(4)自動車専用道路周辺の推定騒音⁵⁾

自動車専用またはこれに準ずる道路で交通量が1000台/h以上、速度 30~100km/hの定常的な交通流のとき、道路から100m以内の範囲における騒音レベルの中央値 L_{50} はおよそ次式で推定できる。

$$L_{50} = L_w - 8 - 20 \log_{10} l + 10 \log_{10} (\pi l / d \tanh 2\pi l / d) + \alpha_a + \alpha_i$$

L_w : 1台の自動車のA特性平均パワーレベル (dB(A))

l : 車線から受音点までの距離 (m)

d : 平均車頭間隔 (1000×速度/交通量)

α_a : 回折減衰にともなう補正值

α_i : 沿道の地表条件による補正值

全体の交通量に対する大型車の占める割合と走行速度から1台当たりの平均的なパワーレベルを、車線から受音点までの距離 l と平均車頭間隔 d から上記推定式の第3、4項を、回折減衰にともなう補正值 α_a 、沿道の地表条件による補正值 α_i を求める図を図3-5~8に示す。図中高架(中分開)とあるのは上下走行路が別々の高架になっていることを、中分開は一体構造になっていることを示す。

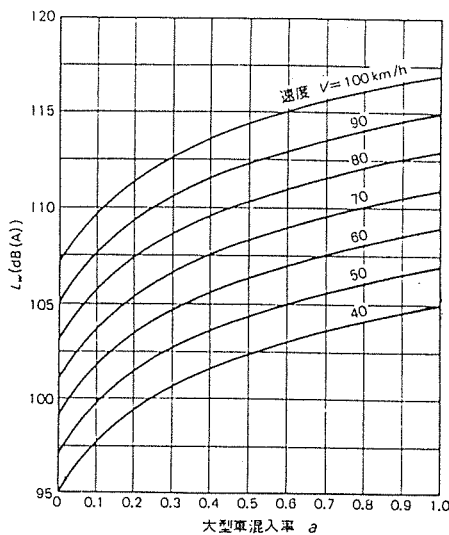


図3-5 自動車1台当たりの平均パワーレベル算出図⁵⁾

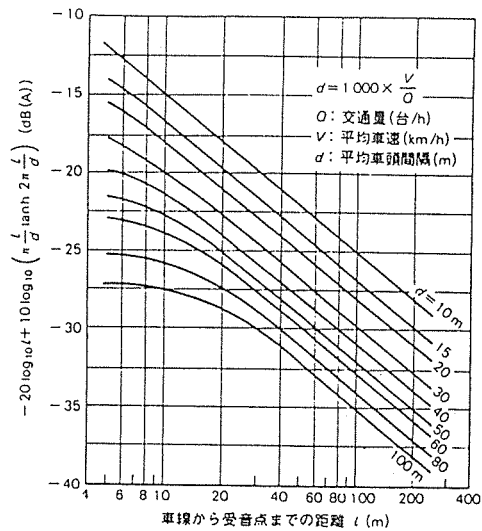


図3-6 式の右辺第3、4項の算出図⁵⁾

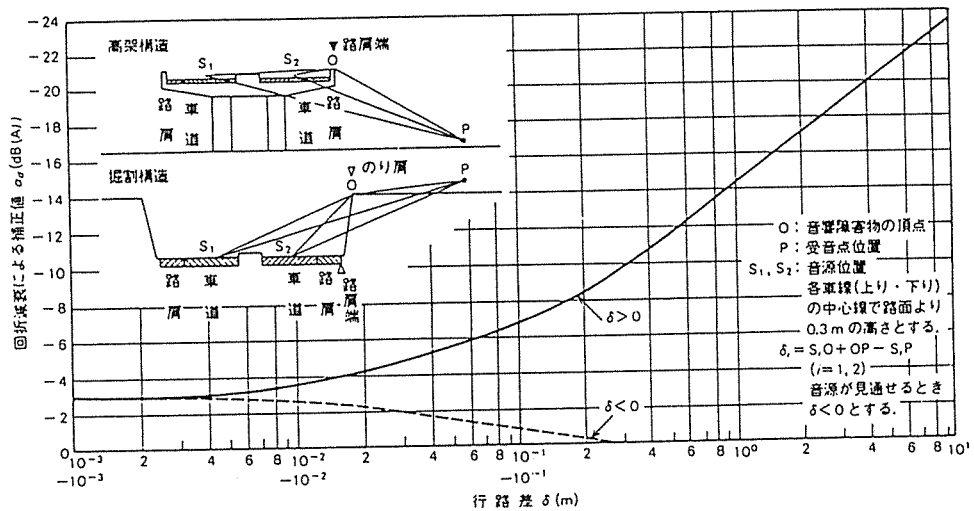


図 3-7 回折減衰にともなう補正值 α_d ⁵⁾

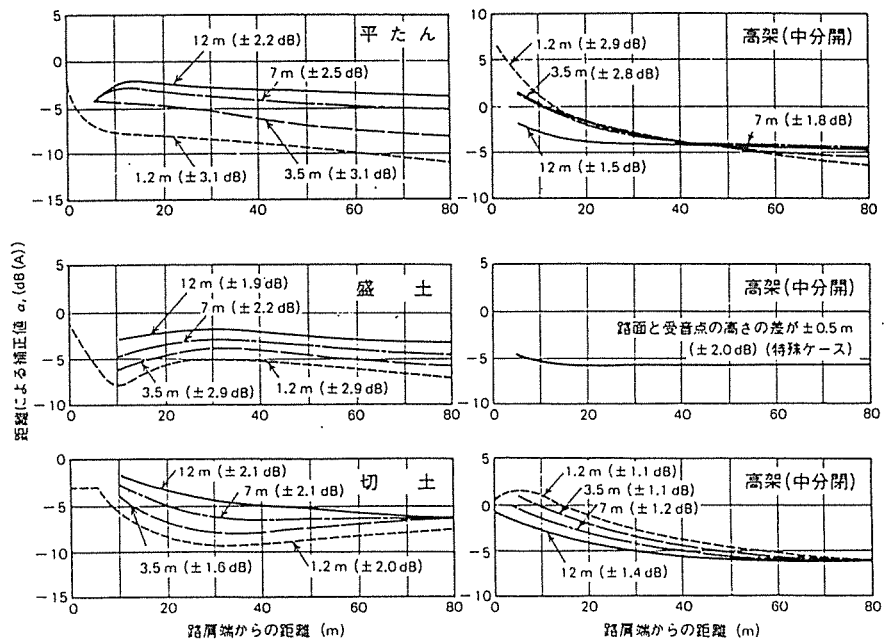


図 3-8 地上高さ別の補正值 α_i ⁵⁾ (()内は 80% 信頼帯)

3. 1. 4 木材、木質材料の音響特性

- ①透過損失は、材料の比重が 0.30g/cm^3 、厚さ 6cm で、 400Hz で 25dB 、 1000Hz で 30dB 以上の値になる(質量則による。)。これは、木材・木質材料で十分可能である。
- ②木材・木質材料あるいは、これらを用いた構造の吸音率は、 400Hz で 80% 、 1000Hz で 90% までにはならない。
- ③木材・木質材料を使用して吸音率を 400Hz で 70% 、 1000Hz で 80% 以上にするには、多孔質材と組み合わせスリット構造、あなあき板状吸音構造にする必要がある。

(1)透過損失

壁の透過損失は、その面密度、曲げ剛性、内部摩擦などによって決まる。壁の厚さが音の波長に比べて十分薄く、単一部材または全面接着による積層板で構成されているとき、壁の透過損失 TL_0 、 TL は、質量則（透過損失は壁の質量と周波数の積に依存）といわれる次式で表される。

$$TL_0 = 20 \log_{10} (f \cdot m) - 42.5 \quad (\text{垂直入射時、図 3-9})^{6)}$$

$$TL = TL_0 - 10 \log_{10} (0.23 TL_0) \quad (\text{拡散入射時、図 3-10})^{6)}$$

ここで、 f ：周波数（Hz）、 m ：壁の面密度（ g/cm^2 ）である。

（同じ材料の一重壁では、一般に低音域で材料の内部摩擦により、透過損失は質量則よりも大きな値を示し、中・高音域で壁面の屈曲振動によるコインシデンス効果が生じ、透過損失は質量則より低い値を示す。）

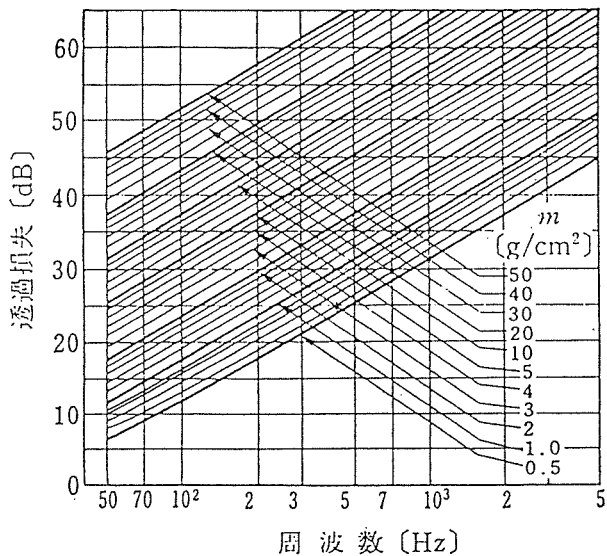


図 3-9 垂直入射の場合の透過損失と単位面積当たりの質量⁶⁾

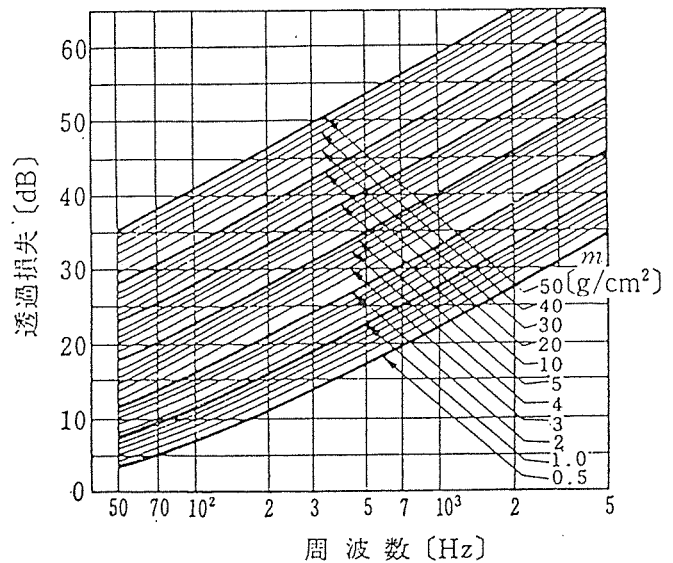


図 3-10 ランダム入射の場合の透過損失と単位面積当たりの質量⁶⁾

質量則（図3-10）で、日本道路公団の遮音壁の音響透過損失の仕様（400Hzで25dB、1000Hzで30dB以上）を満足するためには、面密度が $1.8g/cm^2$ （厚さが10cmとすると比重 $0.18g/cm^3$ ）以上の材料を用いればよい。木材の比重は、表3-1に示すように、 $0.30g/cm^3$ （厚さ6cmで面密度 $1.8g/cm^2$ ）以上であるで、木材、木質材料を使用した遮音壁の製作は、十分可能であるといえる。カラマツ、スギを使用した遮音壁の質量則によって求めた透過損失を表3-2に示す。

表3-1 主要構造用木材の気乾比重⁷⁾(単位：g/cm³)

樹種	気乾比重	樹種	気乾比重
スギ	0.30~0.45	カラマツ	0.40~0.60
モミ	0.35~0.52	アカマツ	0.42~0.62
ヒバ	0.37~0.55	クロマツ	0.44~0.67
エゾマツ	0.35~0.52	ツガ	0.45~0.60
ヒノキ	0.34~0.54	ミヅナラ	0.45~0.90
トドマツ	0.32~0.48	ブナ	0.50~0.75
ケヤキ	0.47~0.84	カシ	0.75~0.98

表3-2 質量則による音響透過損失

(単位：dB)

樹種		スギ (0.38g/cm ³)			カラマツ (0.50g/cm ³)		
厚さ (cm)		5	10	15	5	10	15
面密度 (g/cm ²)		1.9	3.8	5.7	2.5	5.0	7.5
周波数帯域	400Hz	26	31	35	28	33	37
	1000Hz	33	39	42	35	41	44

日本道路公団の基準値：周波数帯域400Hzで25dB、1000Hzで30dB以上

参考に、単板と中空層の透過損失を表3-3、4に示す。これらの単板は、ほぼ質量則どおりの傾向で、日本道路公団の仕様を満たさないものがかなりある。しかし、中空層を含んだ構造になると、かなりのものが日本道路公団の仕様を満足し、面密度が質量則による計算値(面密度1.8g/cm²)よりも低い「合板6mm+空気層100mm+合板6mm(面密度1.078g/cm²)」でも、日本道路公団の仕様を満足している。したがって、面密度が質量則による計算値より低くても、木材、木質材料を使用した遮音壁の製作は可能といえる。これは、次項の吸音率が原因であり、コンクリート製遮音壁では無理な、木製遮音壁の特徴(中空層を含まなくとも、吸音率は、コンクリートよりも木材のほうが高い。)といえる。

表3-3 単板の透過損失

(単位: dB)⁸⁾

名 称	厚さ (mm)	面密度 (kg/m ²)	周 波 数 (Hz)					
			125	250	500	1000	2000	4000
ラワン合板	6	3.0	11	13	16	21	25	28
せっこうボード	7	6.3	11	12	19	26	35	42
せっこうボード	9	8.1	12	14	21	28	35	39
スレート小波板(6.5mm) 波高23.5mm			15	19	24	26	31	44
ラワン合板	12	8.0	18	20	24	24	25	30
パーライトボード	12	8.1	17	18	24	30	33	30
せっこうボード	12	10.8	18	17	22	29	37	35
鉄 板	1	8.2	17	21	25	28	34	38
スレート平板	6		15	18	25	30	36	38
フレキシブルボード	6	11.0	19	25	25	31	34	28
ラワン合板	40	24.0	24	25	27	30	38	43
鉛 板	1	11.3	20	24	29	33	38	43
銅 板	3	27.0	27	29	32	37	41	41
発泡コンクリート	100	70	29	37	38	42	51	55
発泡コンクリート+片面°ラスター塗り	100		32	35	38	45	55	59
発泡コンクリート+両面°ラスター塗り	100		34	34	41	49	58	61

表3-4 中空層の透過損失

(単位: dB)⁸⁾

名 称 () 内は材料厚さmm	厚さ (mm)	面密度 (kg/m ²)	周 波 数 (Hz)					
			125	250	500	1000	2000	4000
合板(3)+A(22)+合板(3)	28	5.14	9	13	10	20	34	42
合板(4)+A(25)+合板(4)	33	6.85	11	15	15	25	36	45
合板(3)+A(45)+合板(3)	51	5.14	11	10	12	23	35	45
合板(3)+A(45)+合板(6)	54	7.71	13	11	17	27	36	37
合板(6)+A(100)+合板(6)	112	10.78	11	20	29	38	45	42
せっこうボード(9)+A(45) +せっこうボード(9)	59	13	15	18	28	39	50	49
せっこうボード(9)+A(100) +せっこうボード(9)	114	13	12	29	35	47	55	54
石綿°-ライトボード°(12)+A(100) +石綿°-ライトボード°(12)	124	43.2	18	22	29	38	43	42
鉄板(0.6)+A(25)+鉄板(0.6)	26.2	11.5	14	17	24	32	41	55
アルミニウム板(1.2)+A(20) +アルミニウム板(1.2)	22.4	6.4	13	16	18	27	35	40
アルミニウム板(1.2)+A(60) +アルミニウム板(1.2)	62.4	6.4	14	17	25	32	38	42
せっこうボード(9)+A(45)+合板(3)	55	8.0	12	13	21	30	43	45
せっこうボード(9)+A(100) +合板(3)	110	8.0	11	20	27	37	45	48
スレートボード°(6)+A(50)+合板(6)	62	14.4	13	20	30	36	41	42
合板(4.5)+A(34) +鉄板(1.6)合板(4.5)	44		19	26	27	33	31	33

(2)吸音率

代表的な各種材料の残響室法吸音率を表3-5に示す。吸音率及びその特性が、材料の種類と厚み、背後の空気層の厚み、あなあき板・スリットとの組み合わせかたによって大きく異なることがわかる。

この表より下記のことが類推できる。

- ① 単体で日本道路公団の遮音壁の吸音率の仕様（400Hzで70%、1000Hzで80%以上）を満足する材料は、（B）多孔質材料系吸音構造である。

この材料は、単体では構造部材にならないか、なりにくいものであり、屋外暴露に対する耐久性が悪い。したがって、単一材料のみで吸音タイプの遮音壁を製作することは難しい。

- ② 板状材料、下地材なしのあなあき板及び板状材料のみを使用したスリット構造のものは、吸音率が日本道路公団の仕様を満たさない。

背後に空気層を設けない場合、多孔質材料以外の材料は、その厚みによって吸音率が大きく異なることはない。

したがって、木材・木質パネルを板状材料と考えると、これらの材料のみで製作した遮音壁では、日本道路公団の仕様を満足することは難しい。

- ③ 日本道路公団の仕様を満足し、遮音壁の製作が可能なものは、（B）多孔質材料系吸音構造、（C）あなあき板状系吸音構造（下地に多孔質材）のものである。

（B）多孔質材料系吸音構造は、上記①の理由で、道路で使用される遮音壁の材料としては適していない。

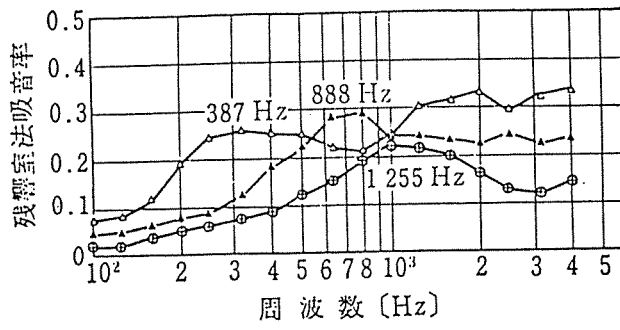
以上により、日本道路公団の仕様を木材、木質材料だけで満足することは不可能といえる。しかし、あなあき板状系吸音構造（下地に多孔質材）の遮音壁を木材、木質材料を使用して製作すれば、日本道路公団の仕様を満足することは可能である。スリット構造（下地に多孔質材料）は、スリット幅・間隔、背後空気層の厚み、多孔質材料の種類・厚み等によっては日本道路公団の仕様を満足する可能性がある。

参考に、あなあき板の吸音特性で下地のない場合を図3-11に、下地に多孔質材を使用した場合を図3-12にそれぞれ示す。また、下地に多孔質材、キャラコを使用したスリット構造の吸音特性を図3-13～15に示す。あなあき板状系構造又はスリット構造で下地に吸音材を使用して日本道路公団の仕様を満足する構造は、資料不足のため、詳細を決めるためには試作品による実験が必要である。

表3-5

各種材料の残響室法吸音率^{9)、10)}

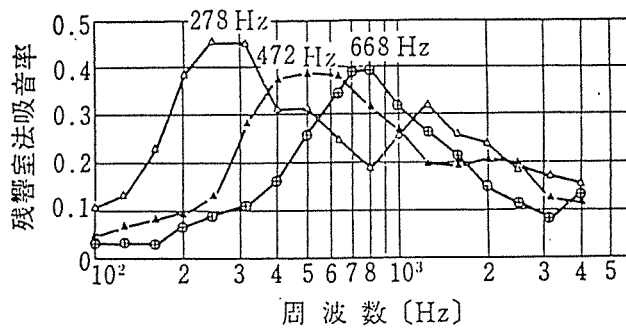
材 料 名 ・ 仕 様 () 内は材料厚さ mm [] 内は孔径・ピッチ mm	空気層 厚さ (mm)	周 波 数 (Hz)					
		125	250	500	1000	2000	4000
(A) 板状材料系吸音構造							
合 板 (6)	45	0.18	0.33	0.16	0.07	0.07	0.08
合 板 (6)	90	0.25	0.20	0.10	0.07	0.07	0.08
合 板 (9)	45	0.11	0.23	0.09	0.07	0.07	0.08
合 板 (9)	90	0.24	0.15	0.08	0.07	0.07	0.08
せっこうボード (9)	45	0.26	0.14	0.09	0.06	0.05	0.05
せっこうボード (9)	90	0.30	0.11	0.08	0.05	0.06	0.06
半硬質繊維板 (6)	45	0.50	0.30	0.15	0.15	0.15	0.15
半硬質繊維板 (6)	100	0.30	0.20	0.15	0.15	0.15	0.15
合板(6)空気層にグラスウール(50)充填	45	0.40	0.30	0.12	0.08	0.08	0.10
(B) 多孔質材料系吸音構造							
ロックウール吸音ボード1号 (25)	0	0.10	0.36	0.72	0.89	0.88	0.90
ロックウール吸音ボード1号 (25)	40	0.12	0.43	0.93	0.95	0.96	0.98
ロックウール吸音ボード1号 (25)	150	0.62	0.93	0.93	0.84	0.80	0.90
ロックウール吸音ボード1号 (25)	300	0.95	0.93	0.93	0.86	0.79	0.92
ロックウール吸音ボード1号 (50)	0	0.13	0.74	0.97	0.98	0.99	0.99
ロックウール吸音ボード1号(100)	0	0.63	1.00	0.97	0.96	0.90	0.99
グラスウール吸音ボード32K (25)	0	0.12	0.32	0.65	0.82	0.80	0.82
太木毛セメント板 (25)	0	0.05	0.10	0.24	0.64	0.69	0.75
太木毛セメント板 (25)	45	0.05	0.17	0.59	0.64	0.63	0.77
太木毛セメント板 (25)	90	0.08	0.29	0.66	0.54	0.66	0.88
太木毛セメント板 (25)	180	0.24	0.60	0.52	0.56	0.69	0.82
太木毛セメント板 (50)	0	0.14	0.28	0.90	0.75	0.80	0.83
細木毛セメント板 (50)	0	0.14	0.22	0.47	0.86	0.61	0.85
木片セメント板(30)、比重 0.6	0	0.10	0.20	0.55	0.95	0.70	0.75
木片セメント板(50)、比重0.6	0	0.15	0.33	0.90	0.78	0.85	0.85
(C) あなあき板状系吸音構造							
あなあき板 (5) [6φ-15]	300	0.50	0.70	0.50	0.65	0.70	0.60
あなあき板 (5) [8φ-16]	300	0.85	0.95	0.85	0.75	0.65	0.60
あなあき板 (5) [9φ-15]	300	0.55	0.85	0.65	0.80	0.85	0.75
あなあき板 (5) [9φ-15]	500	0.85	0.70	0.80	0.90	0.85	0.70
あなあき板 (5) [9φ-15]	1000	0.55	0.70	0.80	0.85	0.85	0.80
下地材に多孔質吸音材(25)							
あなあき板 (5) [9φ-15]	500	0.30	0.25	0.25	0.35	0.40	0.40
下地材なし							
(D) スリット吸音構造							
板幅(77)・板厚(18)・スリット幅(20)	80	0.07	0.16	0.33	0.21	0.18	0.17
同上・裏張り材:洗ったキャラコ1枚	80	0.12	0.50	0.68	0.39	0.26	0.22
同上・裏張り材:洗ったキャラコ2枚	80	0.16	0.67	0.91	0.51	0.41	0.32
板幅(77)・板厚(18)・スリット幅(45)	80	0.08	0.36	0.22	0.15	0.15	0.16
板幅(77)・板厚(18)・スリット幅(20)	180	0.12	0.37	0.28	0.26	0.17	0.15
板幅(300)・板厚(30)・スリット幅(60)	70	0.12	0.56	0.29	0.22	0.13	0.16
板裏側にグラスウール20K(20)張り							
(E) 一般建築材料							
コンクリート打放し・モルタル金ごて仕上げ	-	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03



空気層の変化 下地材なし

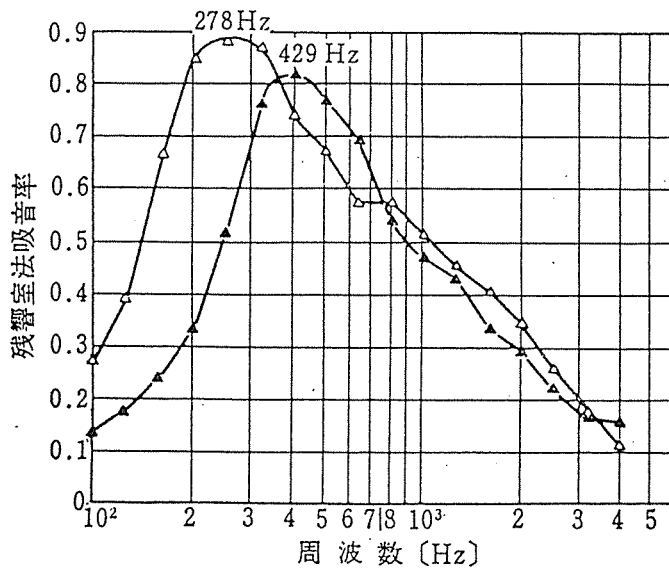
- △—△ 空気層厚 180 mm
- " 90 mm
- " 45 mm

(a) 4φ-15



(b) 9φ-15

図 3-11 有孔板の吸音特性 (ハードボード 厚 5mm) ¹¹⁾



- 空気層の変化 グラスウール50mm厚下地
- △—△ 空気層厚 180 mm (有孔板より剛壁まで)
 - " 90 mm (")

図 3-12 背後にグラスウールがある場合の有孔板の吸音特性 ¹¹⁾

(ハードボード 厚 5mm、4φ-15)

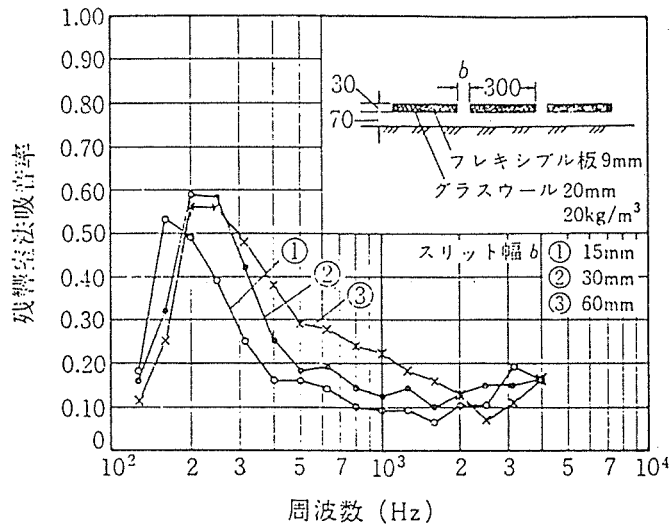


図 3-13 スリット構造の吸音特性例 (1) ¹²⁾

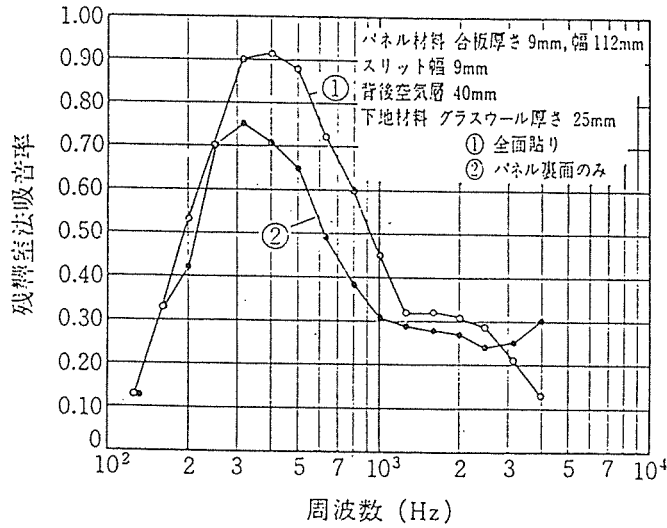


図 3-14 スリット構造の吸音特性例 (2) ¹²⁾

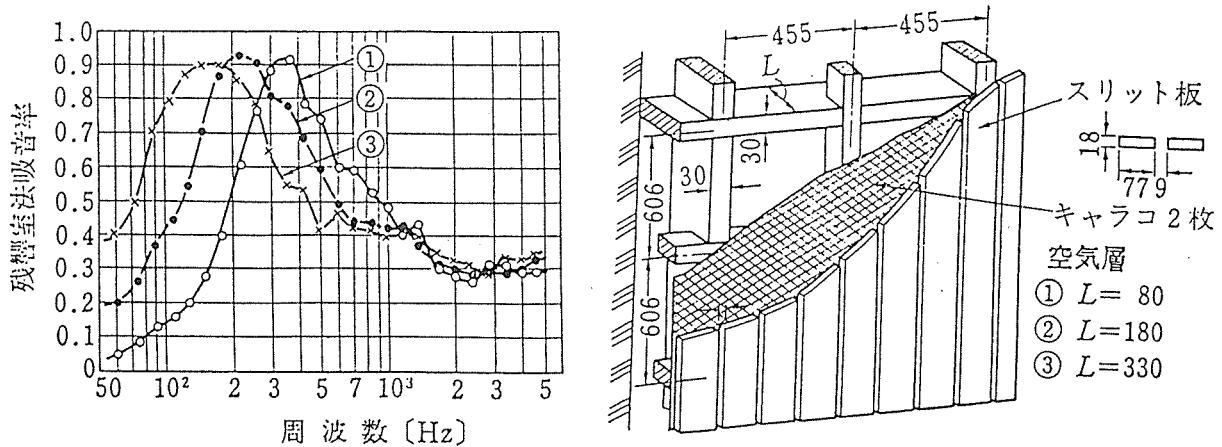


図 3-15 スリット構造の吸音特性例 (3) ¹¹⁾

3. 1. 5 木材、木質材料を使用した遮音壁の効果

- ①面密度 $1.8\text{g}/\text{cm}^2$ （例：比重 $0.30\text{g}/\text{cm}^3$ で厚さ 6cm ）の遮音板の質量則で求めた透過損失は 400Hz で 25dB 、 1000Hz で 30dB 以上になる。しかし、遮音板を構成する木材の継ぎ目、遮音板と遮音板の継ぎ目、遮音板と支柱の間は、シール等で隙間を埋める必要がある。
- ②木材・木質材料と多孔質材を用いたスリット構造、あなあき板状吸音構造の遮音板の吸音率は、 400Hz で 70% 、 1000Hz で 80% になる可能性がある。
- ③木材・木質材料を用いたスリット構造、あなあき板状吸音構造の遮音板の透過損失は 400Hz で 25dB 、 1000Hz で 30dB 以上になるが、吸音率は 400Hz で 70% 、 1000Hz で 80% までにはならない。しかし、コンクリート製の遮音板よりも吸音率は格段優れたものになる。

- ① 木材を用いて、遮音壁を製作する方法としては、中小径の木材をつなぎ合わせたパネルを製作し、このパネルをH型等の鋼材で支持し、遮音壁とする方法がある。この方法で製作した遮音壁は、前述（3.1.4(1)透過損失）したように木材の比重からすると質量則からは、日本道路公団の仕様を満足する（面密度 $1.8\text{g}/\text{cm}^2$ ）。しかし、長野県林総研究報告第5号「木製防音壁の試作と性能評価」（武井他、1989年）によると、この方法では、パネルと鋼材、木材のつなぎ目等に隙間が生じ、ここから音が漏れることによって透過損失が質量則によって計算した値より低下する。このため、日本道路公団の仕様を満足するためには、これらの隙間をパテなどでシールする必要がある。

総厚：95mm、表面ショートスリット
 吸音材料：ロックウールまたはグラスウール(50mm)

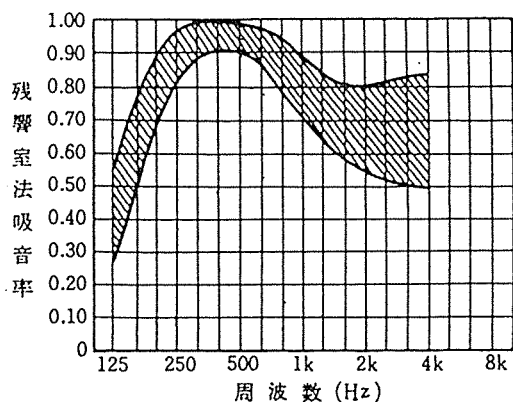


図3-16 統一型遮音パネルの吸音特性¹³⁾

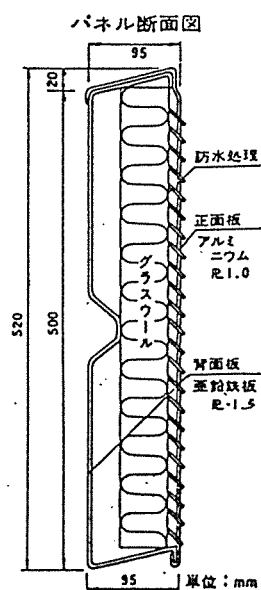


図3-17 統一型遮音パネルの一例

② 前述(3.1.4(2)吸音率)より、木材、木質材料を使用した吸音タイプの遮音壁は、スリット構造や、あなあき板状系吸音構造(下地に多孔質吸音材)のものになる。現在、日本道路公団により、高速道路で使用されている吸音タイプの遮音壁は、統一型遮音パネルといわれるアルミ製のものである。この遮音壁は、ショートスリット+多孔質材+背後空気層で構成されている。したがって、吸音タイプの遮音壁は、アルミのかわりに木材、木質材料を使用して、同じ構造のものを製作することになる。参考に、統一型遮音パネルの吸音特性¹²⁾とその一例を図3-16、17に示す。

③ 木材、木質材料のみを用いた構造の遮音板の吸音率は、日本道路公団の仕様を満たさないが、コンクリートよりも格段よいことが前述の資料よりわかる。そこで、ここでは、日本道路公団の仕様を透過損失は満たし吸音率は満たさないが、コンクリートの遮音壁よりも吸音率が格段良いという木材、木質材料の特徴を生かした遮音型の遮音壁を検討する。

透過損失は、主要部分に使用する材料によって質量則からその厚みを計算し、日本道路公団の仕様を満たす(片面板材を張ることによって隙間からの漏音を防止する)。カラマツを使用すると、表3-2より厚さ5cm以上で日本道路公団の仕様を満たす。吸音率は、板材で主要部分の表面にスリット構造をつくり、主要部分に使用する材料の吸音率よりも高める。吸音率を高める共鳴周波数帯域は、日本道路公団の仕様で決められている400Hz、1000Hzとする。共鳴周波数帯域 f_0 (Hz) は、下記によって求める。¹²⁾

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{p}{(t+t')L}}$$

c : 空気中の音速 (cm/sec)

p : 開口率

t : 板厚 (cm)

L : 背後空気層の厚さ (cm)

t' : スリット構造の共鳴周波数に影響する板厚の補正項 (図3-18)

[参考例]

空気中の音速 $c = 340\text{m/sec}$ 、板厚 $t = 1.8\text{cm}$ 、開口率 $p = 0.125$ (スリット幅 $b = 2\text{cm}$ 、間隔 $B = 16\text{cm}$)、背後空気層厚 L (cm) のとき共鳴周波数帯域 f_0 (Hz) は、

$L = 1\text{cm}$ のとき $f_0 = 1008$ (Hz)、 $L = 6\text{cm}$ のとき $f_0 = 412$ (Hz)

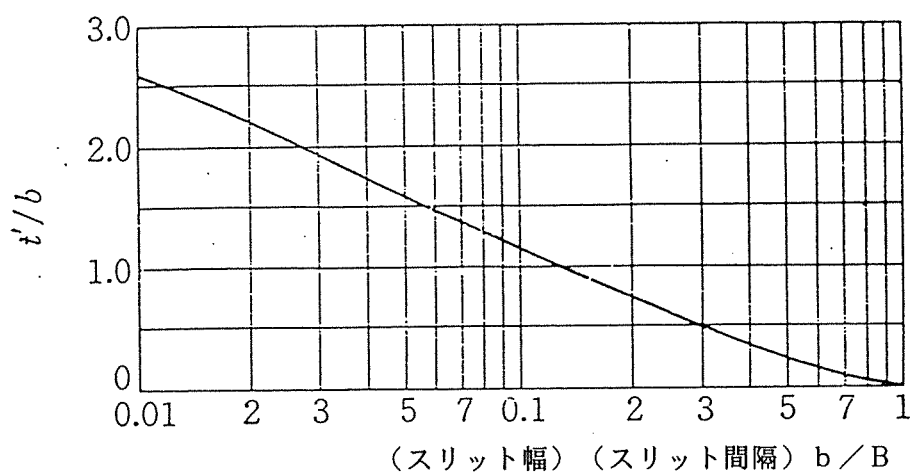


図 3-18 スリット構造の共鳴周波数に影響する板厚の補正項 t' ¹²⁾

【文献】

- 2) 建築設計資料集成 1、日本建築学会編、丸善刊、P. 1
- 3) 同 上、P. 31
- 4) 同 上、P. 1
- 5) 同 上、P. 15
- 6) 音響工学講座③建築音響、日本音響学会編、コロナ社刊、P. 177
- 7) 建築設計資料集成 1、日本建築学会編、丸善刊、P. 252
- 8) 同 上、P. 22
- 9) 同 上、P. 19、20
- 10) 日本建築学会設計計画パンフレット 4 建築の音響設計、日本建築学会編、
彰国社刊、P. 77
- 11) 音響工学講座③建築音響、日本音響学会編、コロナ社刊、P. 84~86
- 12) 建築音響シリーズ(材料編) I 吸音材料、日本音響材料協会編、
技報堂出版刊、P. 67~68
- 13) 騒音・振動対策ハンドブック、日本音響材料協会編、技報堂出版刊、P. 621

3. 2 防・耐火性能

木製遮音壁には、道路火災が発生した場合でも、発火後燃焼しつづけて車両や周辺の建物へ延焼しないような性能が要求される。ある程度の断面を有する木材は、表面から燃焼していくが、熱伝導の低い炭化層を形成するため、急激な耐力の低下を起こさない特長もっている。

(1) 木材は、一般に比重が小さく、熱を伝えにくい。そのため、加熱されると表面から順次燃焼していくが、内部では酸素不足の状態でも熱分解されて、熱伝導の低い炭化層を形成していく。図3-19に示すように、金属材料などと異なり熱軟化を起こさず、表層から熱分解燃焼によって耐力が徐々に低下していく。図3-20に示すような大断面の木材の燃焼実験では、表面からの炭化速度は比較的遅く、平均炭化速度は表3-6に示すとおりである。これらの実験結果によれば、木材の炭化速度は、通常の火災のもとではおよそ0.6mm/minとなり、急激に耐力が低下することはない。例えば、厚さ10cmの木製遮音壁が両面から30分間加熱された場合、炭化層は両面を合わせて3.6cmとなるが、厚さ6.4cmの燃え残り部分に、倒壊しないだけの耐力がなお残っている。したがって、壁厚を10cm程度にとれば、木製遮音壁自体が急激に燃焼して延焼を引き起こす可能性は低い。

武井ら¹⁴⁾の木製遮音壁の燃焼試験によると、藁を火種とした法面火災の場合、壁体表面に炭化は生じるものの、壁体自身の温度が発火点に達しないことが明らかになっている。また、車両火災を想定した法面火災の場合でも、遮音壁下部にコンクリートパネルなどを設置すれば、遮音壁への延焼を防ぐことができる見通しが得られている。

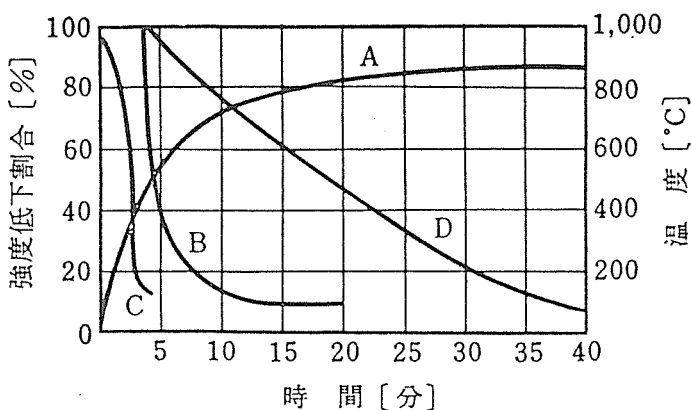


図3-19 軟鉄、アルミニウム及び木材の標準加熱試験による強度低下¹⁵⁾
A: 標準加熱曲線、B: 軟鉄、C: アルミニウム
D: 木材 (断面5×10cm)

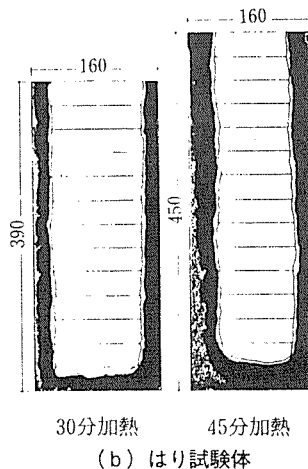


図3-20 製材重ねばりの炭化状況¹⁶⁾

表 3 - 6 平均炭化速度¹⁶⁾

試 験 体					平均炭化測度(mm/分)	
部位	種 類	樹 種	含水率(%)	気乾比重	残留断面 から算出	内部温度 から推定
柱	集成材	トドマツ	6.0~9.5	0.38~0.44	0.67	0.72
		ベイマツ	8.6~9.6	0.55~0.58	0.67	0.66
		スギ	15.2	0.42	0.74	0.77
	製材	トドマツ	40.9	0.56	0.52	—
スギ		36.9	0.50	0.66	—	
はり	集成材	トドマツ	6.0~11.0	0.36~0.48	0.60	0.73
		ベイマツ	8.7~10.2	0.53~0.57	0.59	0.70
		ベイツガ	9.3~10.5	0.46~0.59	0.66	—
	スギ	13.6	0.41	0.59	0.73	
製材	トドマツ	40.9	0.56	0.63	—	
	スギ	36.9	0.50	0.49	—	

- (2) 木材の厚さが2.5cm以下になると、炭化による収縮に耐えられず割れやすくなる。したがって、接合部など木材の断面が小さくなる部位では断面寸法を2.5cm以上にとることが望ましい。
- (3) 水平面から30°以上、深さ1cm以上、かつその幅が深さの2倍以下の縦溝は、木材表面の火炎伝搬を著しく助長するので、設けないようにすることが望ましい。

3. 3 耐久性

道路沿いの屋外に設置される木製遮音壁は、十分な耐久性を保持する必要がある。そのためには、木材腐朽に関わる耐朽性及び屋外暴露に関わる耐候性を考慮して、適切な耐久性向上処理を施すことが望ましい。

- (1) 木材の耐久性には、木材腐朽に関わる耐朽性及び風雨や太陽光に含まれる紫外線などに曝されて生じる劣化に関わる耐候性の二つの面がある。木製遮音壁は、一般に屋外の道路沿いに設置されることから、気象変化の影響を直接受ける。したがって、木材の使用条件としては非常に厳しい部類に入るので、耐朽性と耐候性の両面に留意して、木製遮音壁の耐久性を保持しなければならない。
- (2) 木材腐朽対策としては、木材の屋外製品用防腐処理技術を活用することが可能である。ただし、防腐剤の種類によっては、廃棄による土壌汚染、焼却廃棄時の毒性物質の放出あるいは

は残った灰の中の毒性物質による人体への影響などを考慮する必要がある。

- (3) 屋外暴露による劣化対策としては、木製のベンチ・遊具などの屋外構造物や木製サッシに実用化されている木材保護塗料を用いた耐候処理技術を利用することができる。
- (4) 木製遮音壁を設計する上で、木材に水が浸透して劣化を助長しないように工夫することが肝要である。そのためには、基礎部分の排水を十分考慮して木製部分に水が滞留しないようにすることが望ましい。また、木材を横積みして使用する場合は、水が木口から入りにくいという利点があるが、木材を立てて使う場合は、木口を防水処理したり、笠木で覆ったりすることも考慮する必要がある。ただし、笠木の材質と形状については、火炎伝搬を助長しないように工夫する必要がある。

3. 3. 1 防腐処理

薬剤の種類、処理方法、あるいは処理材の性能基準に留意して、防腐効力のある薬剤を被処理材に含浸させ、木材中に均一に分布させることにより、防腐効果を十分に発揮させることが望ましい。

(1) 薬剤

表3-7 に示した加圧注入用防腐薬剤を使用することが望ましい。

(2) 処理方法

JIS A 9002に規定されている木材防腐剤の加圧式処理方法¹⁷⁾に基づいて、処理を行なうことが望ましい。

なお、状況によっては、遮音壁を設置した後、現場で塗布ないし吹き付けにより防腐処理を施すことも可能である。

(3) 処理材の性能基準

薬剤の有効成分の浸潤度（処理材表面からの浸潤の深さ、処理材断面の浸潤面積率）及び処理材体積当りの有効成分の吸収量により処理材の性能が決まる。（財）日本住宅・木材技術センターの外構部材のAQ認証防腐処理材用薬剤の防腐性能については、表3-8及び表3-9が参考となる。

(4) その他の注意事項

接合用に穿孔加工した部分には薬剤が浸潤していない部分が現れることがあるので、クレオソート油、ナフテン酸銅、ナフテン酸亜鉛などの油性系統の塗布用薬剤で処理することが望ましい。

表 3 - 7 加圧注入用防腐薬剤の特徴^{18), 19)}

薬剤の種類	特徴
ナフテン酸銅	ナフテン酸銅を乳化し加圧処理用としたもので、A Q 認証処理木材用防腐剤。
ナフテン酸亜鉛	ナフテン酸亜鉛を乳化し加圧処理用としたもので、A Q 認証処理木材用防腐剤。
アルキルアンモニウム化合物系	アルキルアンモニウム化合物を主成分とする無色の薬剤で、A Q 認証処理木材用防腐剤。
銅・クロム・亜鉛化合物系	銅、クロム、フッ素、亜鉛を含む化合物の混合物で定着型のもの。A Q 認証処理木材用防腐剤。
銅・アルキルアンモニウム化合物	銅化合物をアンモニアで溶解し、揮散後銅の不溶化を図るもので、A Q 認証処理木材用防腐剤。
クロム・銅・ひ素化合物系 (CCA)	JIS K 1554。加圧注入用として世界中で最も広く用いられている定着型の水溶性防腐薬剤。銅化合物に防腐効力がある。J A S 用及び外構用 A Q 用防腐剤。
フェノール類・フッ化物 (PF)	JIS K 1550。フェノール類とフッ化物を有効成分として含有する。定着性不完全で、使用量は激減。
クレオソート油*	JIS K 2470。最も古くから使用されている防腐薬剤。コールタールを蒸留してつくられる。

*可燃性防腐薬剤

表3-8 A Q 認証防腐処理材用薬剤の防腐性能²⁰⁾

薬剤の種類	防腐性能* ¹ (防腐効力値)			
	吸収量* ² (kg/m ³)	耐候操作* ³		
		あり	なし	
ナフテン酸銅	銅として 0.23	99.1	99.2	
	0.43	99.2	99.3	
ナフテン酸亜鉛	亜鉛として 0.23	94.7	99.0	
	0.46	99.2	99.3	
アルキルアンモニウム 化合物系-1	DDAとして 3.3	96.0	97.8	
	6.8	100.0	98.2	
アルキルアンモニウム 化合物系-2	DDACとして 8.0	100.0	100.0	
銅・クロム・亜鉛 化合物系	CFK-Zとして 8.0	86.0* ⁴	82.0* ⁴	
銅・アルキルアンモニウム 化合物	銅として 0.7	92.4	96.7	
	AACとして 0.7			
C C A	1号 CCAとして 6.3	86.0	90.0	
	2号 " 4.5	100.0	100.0	
	3号 " 5.1	100.0	100.0	

*1: JIS A 9302による加圧注入材の防腐効力試験方法によるものである。

*2: 吸収量とは、木材1m³あたりに含浸された薬剤成分の重量を指す。

*3: 耐候操作とは、防腐剤の成分が容易に離脱することを排除するため、水への浸漬、乾燥などの操作を行なうことを指す。抗菌操作試験に先だて行なうものである。

防腐効力値とは、菌の繁殖に伴う試験片の重量減少の程度を一定の計算方式により指数で表したものである。重量減少が全くない場合は100で、重量減少の程度が無処理試験片と同じ場合は0となる。

判定基準は、オオウズラタケ菌による場合は90以上、カワラタケ菌による場合は80以上となる。

*4: カワラタケ菌による結果。

(以上、(社)日本木材保存協会が実施した試験結果による。)

表 3 - 9 A Q 認証防腐処理材用薬剤の効果持続性の目安²¹⁾

薬 剤 名	防腐効果の持続性の目安 ^{*1}
ナフテン酸銅	針葉樹・広葉樹：14年以上
ナフテン酸亜鉛	針葉樹(スギ)：14年以上、広葉樹(ブナ)：6年
アルキルアンモニウム化合物系	針葉樹(ラジアータパイン)：9年
銅・クロム・亜鉛化合物系	針葉樹：14年以上、広葉樹：12年
銅・アルキルアンモニウム化合物	針葉樹：10年
CCA 1,2,3号	針葉樹：28年以上、広葉樹：14年以上

*1: 防腐効果の持続性の目安は、森林総合研究所の杭試験による。

3. 3. 2 耐候処理

材中含浸型の木材保護塗料の着色成分と含浸薬剤成分によって、木材表面のカビ等による汚染や紫外線による変色・劣化を防止することが望ましい。

(1)木材保護塗料

木製サッシに使用可能な木材保護塗料に関する調査研究の一環として行われた塗料メーカーに対する最新のアンケート調査²¹⁾によると、屋外用と屋外・屋内両用を併せて27種類の木材保護塗料が市販されている。これらの塗料には、材中含浸型（15種類）と表面造膜型（12種類）がある。木製遮音壁については、塗膜の割れがないように使用することは困難なことから、材中含浸型の木材保護塗料が有効と考えられる。

なお、このアンケート調査によると、塗装の耐用年数は、5年以下のものが大半である。仮に、遮音壁の耐用年数が15年で、塗装の耐用年数が5年とすると、5年おきに塗り替えを2回行なう必要があることになる。この場合、塗料の着色成分に留意して、景観に色彩的変化をもたせるように塗り替えていくことも可能である。ただ、木製遮音壁の維持管理費を抑えるためには、耐用年数のより長い木材保護塗料の開発が望まれるところである。

(2)処理方法

木材保護塗料を塗装する場合、一般に、塗布（刷毛塗り、ローラー）、吹き付け、浸漬などの方法がとられている。また、減圧、加圧の含浸処理もできる。

(3)処理材の性能基準

防腐処理材と同様に、着色成分や薬剤成分の塗布量や吸収量で規定できる。

【文献】

- 14) 武井富喜雄ら：長野県林業総合センター研究報告、第5号、p. 39-59(1990)
- 15) 浅野猪久夫編：木材の事典、朝倉書店、p. 299(1982)
- 16) 建設省住宅局建築指導課監修：大断面木造建築物設計施工マニュアル1988年版、日本建築センター
- 17) 日本住宅・木材技術センター：木造化推進標準設計施工マニュアル作成等事業報告書(1), p. 56-57(1992)
- 18) 建設省住宅局建築指導課監修：木造建築物等防腐・防蟻・防虫処理技術指針・同解説、p. 90-92(1983)
- 19) A Q 認証資料
- 20) 日本住宅・木材技術センター：木造化推進標準設計施工マニュアル作成等事業報告書(1), p. 156(1992)
- 21) 日本住宅・木材技術センター：木製サッシ塗装技術の開発事業報告書、p. 111-121(1992)

4. 木製遮音壁の設計施工

4. 1 設計の基本

日本道路公団で建設又は管理する高速自動車国道及び自動車専用道路に設置する遮音壁については、「遮音壁設計要領」で遮音壁を設置する場合の基本的事項を定めている。

遮音壁を盛土部及び橋梁・ボックスカルバート部に設置する場合の標準的な遮音壁の形状及び構造詳細については、「遮音壁標準設計図集」による必要があるが、それ以外の箇所及び標準設計図集により難しい場合は、上記の「遮音壁設計要領」により設計することになっている。

木製遮音壁については、これら標準設計図集によることを基本として以下により設計するものとする。

4. 2 設置

4. 2. 1 設置位置

遮音壁は、道路の断面構造に応じて、次に示す位置に設置することを標準とする。

- ①平地部及び盛土部では路肩端より1.75m離れた位置とする（図4-1）。
- ②壁高欄を有する橋梁部では、直接これに設置するものとし、その他の構造物は現場の条件に応じて最適な位置とする。
- ③切土部では、のり肩より壁の設置必要幅を確保した位置とする（図4-2）。
- ④橋梁部設置は高欄天端部取り付け型、背面取り付け型の2種とする。

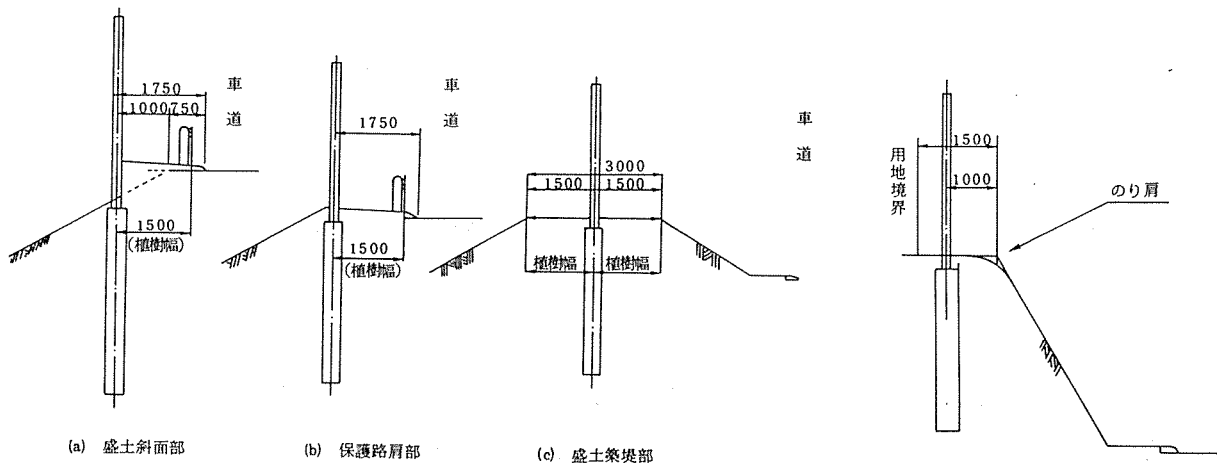


図4-1 盛土部遮音壁設置位置^{2,2)}

図4-2 切土部遮音壁設置位置^{2,2)}

4. 2. 2 設置高さ

遮音壁の高さは、目標減音量を得るのに必要な高さを基本とする（前述の3.1.3による。）。

4. 2. 3 設置延長（総延長）

遮音壁の設置に当たっては側面からの音の影響をおさえるため、対象受音点の直線部分に加え、その両側に一定距離の遮音壁の張出し長を設けなければならない。

張出し長の決定の方法は次のとおりである。

- ①車道中心部から対象受音点までの距離の3倍を標準とし2倍を下ってはならない。
- ②張出し長が50mに満たない場合は、50mとする。

4. 3 形式の選定

4. 3. 1 形式

- ①遮音板は、木製遮音板とする。
- ②遮音板寸法は、長さは2,000mm又は3,000mmを標準とし、厚さ60mm以上、巾は随時定めるものとする。
- ③基礎は次に示す形式の中から道路構造に応じて選択することを基本とする。
ア、鋼管坑基礎 イ、直接基礎 ウ、高欄天端・背面

4. 3. 2 遮音板の選定と形状

(1)遮音板の選定

遮音板の選定に当たっては、地形、立地、社会的条件との関連を踏まえつつ、耐久性強度、性能、デザイン、工費、重量、メンテナンス等を考慮して、樹種、寸法形式等を決定する。

(2)遮音板の形状

木材を使用する遮音板はデザインが自由に表現できる。反射タイプ遮音板と吸音タイプ遮音板について、代表的形状を以下に例示する（図4/3）。

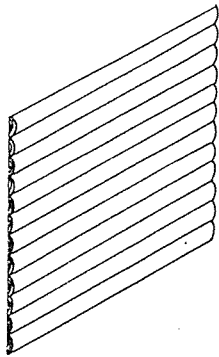
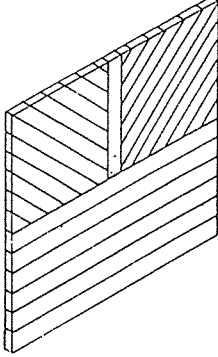
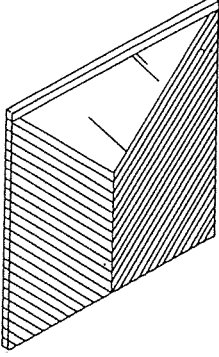
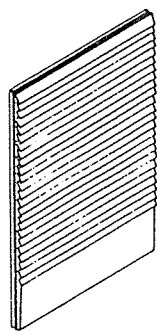
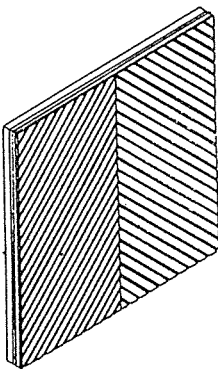
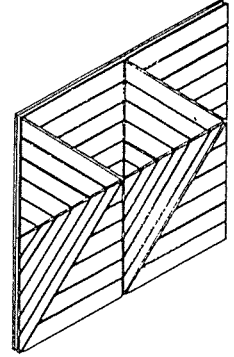
反射 タイプ 遮音板	デザイン例			
	特徴	丸太を半割りにして使用。	製材後の木材を使用。 デザイン及びバリエーションは豊富。	
	特徴	コスト-低	コスト-中	一部に透視可能材料を使用(景観重視)。 コスト-中高
吸音 タイプ 遮音板	デザイン例			
	特徴	吸音材料を使用。 背部木パネルと吸音性材料との間に空気層を設けることにより、遮音性能を高める。 表面材のレイアウトによってデザインバリエーションが容易である。		
	特徴	コスト-中高 吸音レベル-高	コスト-高 吸音レベル-高	コスト-高 吸音レベル-高

図 4 - 3 遮音板の形状例

4. 3. 3 遮音板の音響性能

反射タイプ遮音板及び吸音タイプ遮音板の性能基準値は 3. 1. 4 及び 3. 1. 5 を参考に決める。

(1)透過損失 (2)吸音率

4. 4 設計条件

4. 4. 1 荷重の種類

遮音壁の設計に当たっては、次の荷重を考慮する。

(1)死荷重 (2)風荷重 (3)土圧

(1)死荷重

死荷重の算出に用いる材料の単位重量は、表4-1のとおりである。ただし、実重量の明かなものはその値を用いるものとする。

表4-1 材料別単位重量²⁾³⁾

材 料	単位重量	材 料	単位重量
鋼材	7.85 t / m ³	コンクリート板	225kg / m ²
鉄筋コンクリート	2.50 t / m ³	土留板 t = 9 cm	225kg / m ²
コンクリート	2.35 t / m ³	土留板 t = 12cm	300kg / m ²
金属板	30kg / m ²	木製板	40kg / m ²

(2)風荷重

風荷重は、遮音壁面に対して直角方向に作用する水平荷重とし、その大きさは、次のとおりとする。

- ①土工部 150kgf / m²
- ②橋梁部 200kgf / m²

4. 4. 2 材料強度及び許容応力度

コンクリート及び鋼材の材料強度及び許容応力度は表4-2及び表4-3とし、木材の材料強度及び許容応力度は、表4-4、表4-5のとおりとする。

表 4 - 4 樹種群の基準強度値

(単位 : kg f / cm²)

樹種		縦圧縮強さ	曲げ強さ	せん断強さ	
針葉樹	I	アカマツ、クロマツ、 ベイマツ	450	800	90
	II	カラマツ、ヒバ、ヒノキ、 ベイヒ	425	750	80
	III	ツガ、ベイツガ	400	700	80
	IV	モミ、エゾマツ、トドマツ、 ベニマツ、スギ、ベイスギ、 スプルース	350	650	70
広葉樹	I	カシ	550	1,100	160
	II	クリ、ナラ、ブナ、ケヤキ	430	850	110

表 4 - 5 木材の繊維方向の許容応力度

(単位 : kg f / cm²)

樹種	樹種	長期応力に対する値				短期応力に対する値 sf	
		圧縮 Lfe	引張 Lft	曲げ Lfb	せん断 Lfz		
針葉樹	I	アカマツ、クロマツ、 ベイマツ	75	60	95	8	長期応力に 対する値の 2倍
	II	カラマツ、ヒバ、ヒノキ、 ベイヒ	70	55	90	7	
	III	ツガ、ベイツガ	65	50	85	7	
	IV	モミ、エゾマツ、トドマツ、 ベニマツ、スギ、ベイスギ、 スプルース	60	45	75	6	
広葉樹	I	カシ	90	80	130	14	
	II	クリ、ナラ、ブナ、ケヤキ	70	60	100	10	

4. 4. 3 許容応力度の割増し

設計に用いる許容応力度は、表4-3及び表4-5に規定する許容応力度に荷重の組合わせに応じて表4-6に示す割増し係数を乗じた値とする。

表4-6 割増し係数²⁾⁵⁾

荷重の組合わせ	許容応力度の割増し
死荷重+土圧力	1.0
死荷重+土圧力+風荷重	1.5

4. 4. 4 地盤の諸定数

地盤の諸定数は、現地の土質定数を勘案して決定するものとするが、盛土部で十分な土質調査資料がない場合は以下の数値を用いる。

内部摩擦角 $\phi = 25^\circ$ $\delta = \phi / 3$

単位重量 $\gamma = 1.7 \text{ t} / \text{m}^3$

粘着力 $C = 0.0 \text{ t} / \text{m}^3$

横方向地盤反力係数 $K = 1.0 \text{ kg} / \text{cm}^3$

4. 4. 5 遮音壁の安全性

①遮音板の形状寸法は、所定の支柱間隔に適合し、各板相互に目違いの生じないものとする。

②道路、鉄道と交差する箇所などで遮音板の落下防止装置が必要と認められる場合は、これを設置するものとする。

③遮音壁に車両の衝突などに備えて支柱及び遮音板の落下防止装置が必要と認められる場合は、これを設置するものとする。

4. 5 壁体支持架構

4. 5. 1 設置位置

木製遮音壁の設置位置は、次のとおりとする。

- (1)「土工部」 (盛土斜面部、保護路肩・盛土築堤部)
- (2)「橋梁部」 (高欄天端、高欄背面)

木製遮音壁の設置位置を「土工部」と「橋梁部」とし、土工部はその中を大きく2タイプに分け「盛土斜面部」(Type-1)と「保護路肩・盛土築堤部」(Type-2)とし、橋梁部は(Type-3)として高欄天端取付けと高欄背面取付けに細分する(表4-7参照)。

4. 5. 2 支柱

(1)支柱間隔

支柱間隔は3 m、又は2 mを標準とする。

(2)支柱の設計

- ①支柱に作用する荷重は、支柱自重、遮音板自重、土留板自重、土圧、風荷重とする。
- ②支柱は基礎位置を固定端とする片持ち梁として設計する。

支柱サイズは、支柱間隔と遮音壁高及び設置場所により異なる。「遮音壁設置要領」に基づき、付録の設計例では、支柱はH型鋼を使用し、支柱サイズは設置場所によって下記のとおりとした。

- ①「土工部」盛土斜面 H-194×150×6×9
- 同部 保護路肩・盛土築堤部 H-150×150×7×10
- ②「橋梁部」高欄天端・背面両部 H-125×125×6.5×9

4. 5. 3 遮音板

(1)遮音板の設計

遮音板は、 $150\text{kg}/\text{m}^2$ の荷重を受ける単純梁として設計する。部材の応力度は許容応力度以下とする。

(2)遮音壁高

遮音壁高は3 mを標準とする。

遮音壁高は、「土工部」及び「壁高欄」とも「遮音壁設計要領」に基づき、壁高3 mとして

ある。

木製遮音板の形状は、ここでは下記の3種を標準として以下説明する。

500(高さ)×3600(長さ)×85(幅)

500(高さ)×2960(長さ)×85(幅)

500(高さ)×1960(長さ)×85(幅)

すなわち、壁幅3600mmのもの(取り付け金物が必要)、壁幅2960mm(H形鋼に落とし込み)及び壁幅1960mm(高欄用、H形鋼へ落とし込み)である。実際の施工に際しては、「土工部」に設置する場合はコンクリート板と組み合わせて使用する。

故に、土工部での設置は1段目は高さ50cmのコンクリート板をH形鋼内部に落とし込み、その上に高さ50cmの木製遮音壁を5枚順次上記要領で設置する。壁高欄には鉄筋コンクリート基礎での壁高欄上に直接設置する。なお、ここに使用するコンクリート板のサイズは500×296×90、300×296×90の2種類である。

4. 5. 4 土留板

「土工部」に使用する土留板はコンクリート製の土留板を使用する。

「土工部」の盛土斜面部に使用するコンクリート製の土留板のサイズは、下記を標準とする。

コンクリート土留板 2960×500×90

2960×300×90

2960×500×120

厚さ120mmと90mmの2種類の土留板を使用し設置に当たっては厚さ120mmの板を基礎部上に、その上に厚さ90mmの板を設置する。また、保護路肩・盛土築堤部では、高さ300mm、厚さ90mm板を1枚基礎部上に設置し、その上に更に高さ500mm、厚さ90mmの板を設置する。

いずれの場合でも、土留板の上にはコンクリート板が1枚設置されることになる。

4. 6 基礎の設計

(1)杭基礎

基礎杭の設計は水平方向および杭本体安定について検討を行うものとし、計算に当たって斜面の影響を考慮し、かつ風荷重を作用させるものとする。

- ①鋼管の厚さは、強度計算上必要な厚さに、腐食による減厚を加えたものとし、最小9mmとする。
- ②鋼管の最小径はφ40mmとする。
- ③計算に当たっては次の項目について検討する。
 - ・杭長の決定と安定計算
 - ・水平方向安定度照査

(2)直接基礎

直接基礎の設計に当たっては、地盤の支持力、転倒及び滑動に対する安定並びに躯体の断面力について検討する。この場合、基礎根入れ部の全面抵抗土圧は原則として無視する。

「土工部」の基礎には、設置場所に応じて鋼管基礎杭又は直接基礎を使用するのを基準とする。盛土斜面部の場合は鋼管基礎杭とし、保護路肩・盛土築堤部では、場合に応じ鋼管基礎杭か直接基礎杭とする。これらの標準的な寸法は下記のとおりとする。

鋼管基礎杭 φ406.4×6.4×4800

φ355.6×6.4×3600

直接基礎 700（高さ）×1300（幅）×（長さは支柱間隔に応じ変化）

以上の標準的な材料、寸法等をまとめると表4-7のとおりとなる。ここでの検討結果は付録の施工標準図に示した。

表4-7 壁体支持架構の材料、寸法、形状及び基礎

(●印はタイプの異なる部分)

施工部別設置位置		土 工 部				橋 梁 部	
		盛土斜 面部		保護路肩・ 盛土築堤部		高欄天端 取り付	高欄背面 取り付
Type		1-A	1-B	2-A	B C D	3-A	3-B
支柱 間隔	3.0m	○	○	○	○ ○ ○ ○	-	-
	2.0m	-	-	-	- - - -	○	○
遮音 壁高	3.0(コンクリート板0.5含)	○	○	○	○ ○ ○ ○	-	-
	3.0m	-	-	-	- - - -	○	○
支柱	H-194×150×6×9	○	○	-	- - - -	-	-
	H-150×150×7×10	-	-	○	○ ○ ○ ○	-	-
	H-125×125×6.5×9	-	-	-	- - - -	○	○
遮音 板	木製遮音板						
	500(H)×3600(L)×85(W)	●	-	●	- ● -	-	-
	500(H)×2960(L)×85(W)	-	●	-	● - ●	-	-
	500(H)×1960(L)×85(W)	-	-	-	- - - -	○	○
	コンクリート板 500×296×90	○	○	-	- - - -	-	-
コンクリート板 300×296×90	-	-	○	○ ○ ○ ○	-	-	
土留 板	コンクリート 2960×500×90	○	○	-	- - - -	-	-
	コンクリート 2960×300×90	-	-	○	○ ○ ○ ○	-	-
	コンクリート 2960×500×120	○	○	-	- - - -	-	-
基礎	鋼管杭基礎 φ406.4×6.4×4800	○	○	-	- - - -	-	-
	φ355.6×6.4×3600	-	-	●	● - -	-	-
	直接基礎 700(H)×1300(W)	-	-	-	- - ● ●	-	-
施工標準図 (別添)		1	2	3	4 5 6	7	8

4. 7 木製遮音壁の施工

① H型鋼の支柱間に遮音板を落とし込む場合、最初の1段目にコンクリート製遮音板を落とし込み、次いで2段目から順次木製遮音板を落とし込む。

なお、木製遮音板に固定金具の付いているものは、H型鋼の道路側面に固定していく。

② 笠木を必要とする場合は、最後の遮音板を落とし込んだ後遮音板頂部に取り付ける。

接地面に直接木製遮音板を設置しないことによって、木製遮音板の耐久性の向上と、万一接地面付近で火災が発生した場合の遮音壁への延焼を、できるだけ小さくするよう考慮してある。

遮音板の落とし込みに際しては遮音板間に隙間のないよう落とし込むこと、及び接地面に平行に落とし込むことが必要である。そうでないと、最終の遮音板を落とし込んだ時点で隣の遮音板の頂部と当該遮音板頂部が揃わなくなり、完成後の外観が非常に悪くなるので注意を要する。

〔文献〕

22) 日本道路公団：遮音壁設計要領 P.2

23) 同 上 P.7

24) 同 上 P.9

25) 同 上 P.10

5. 木製遮音壁壁体の製造

5. 1 製造工程

- ①若齢小径材の製材工程では、樹種により成長応力（材幹の内部に元々働いている内部応力）があることに留意し、木取法を工夫する必要がある。
- ②アテ材は、反狂方向を見定め、人工乾燥時の棧積で狂いを解消し得るよう木取りの設定方法を工夫することが重要である。

若齢の造林木などで成長応力の顕著な材及びアテ材は、共に反狂方向（反りの方向）を見定めて製材をする必要がある。すなわち製材に当たっては、正角に近い形状断面では、壁体の上方の面を、また、矩形断面では（幅の面を壁の面とする場合に限る。）、壁面に当たる幅面を、それぞれ反狂側とするよう製材することが必要である。

また、芯割り材として利用する場合は、成長応力の顕著な樹種では、ツイン丸鋸又はツイン帯鋸でまず正角にした上で芯割りを行う等の木取り処置が必要となろう。製材に当たっては、次工程の乾燥や切削による寸法減に相当する寸法を、あらかじめ見込んで製材すべきことはいうまでもない。

5. 2 乾燥工程

乾燥は天然乾燥、人工乾燥のいずれでも差し支えない。

ただし、若齢小径材の芯割り材及びアテ材については、比較的高温の圧縮人工乾燥を施す必要がある。

仕上げ含水率は、製材素材で85mm以上の正角材の場合は20%以下、厚さ75mm以下の平割り材では18%以下を標準とすることが望ましい。

含水率の測定方法は、機器を使用する必要がある。

若齢芯割り材及びアテ材は人工乾燥とし、棧積では芯割りの平割り材は木表側を、アテ材は湾曲凹面を夫々下側にして積む配慮が必要であろう。

圧縮圧は棧木加圧 $0.1\text{kg}/\text{cm}^2$ 程度を標準に考える。

人工乾燥のスケジュールは、 85°C （DBT：乾球温度）以上の高温スケジュールが望ましい。

5. 3 切削工程

壁材の切削加工は、製品の寸法精度保持の面からモルダー加工を原則とする。幅接ぎ面は「雇い実」加工を原則とするが、接着工法によって壁体を製作する場合には、モルダによって幅接ぎ波型フィンガー加工を行う方法によっても差し支えない。

幅接ぎは、壁材間の隙間防止と音の漏洩防止を兼ね「雇い実」加工を原則とする。壁材のパネル化を接着加工するため、幅接ぎ面をモルダーによって波型フィンガー加工を行う場合には、高い接着性能を確保するため、切削面の平滑度を良好にするよう十分に注意することが必要である。

切削加工仕上げについて、以下に留意事項を記述する。

(1) ボルト等によるパネル組立の場合

- ① 積層方向の寸法精度は、組立後に寸法調整を行うことは不可能であることから、厳密に行う。
- ② 雇い実を含む積層面の切削については、積層時に隙間のない平面度と良好な寸法精度が得られるならば、面の切削荒さは差し支えない。
- ③ 壁体表面の仕上げは、荒仕上げでも差し支えない。

(2) 接着加工によるパネル組立の場合

- ① 積層面は接着に必要な平滑度を確保する。
- ② 防腐・難燃処理を行う場合は、防腐等処理前に「雇い実」や幅接ぎフィンガーの切削加工を行うものとし、その切削面は接着に適するよう平滑に仕上げる。
- ③ 他の材面の仕上げは(1)と同様。

5. 4 防腐・難燃処理

「3. 2 防・耐火性能」及び「3. 3 耐久性」の項を参照の上、使用薬剤の処方に従って処理する。

(1) 薬剤を含浸処理する場合

- ① 処理の前後に薬剤量を計量し、含浸量のデータを随時提示可能とする。
- ② 水溶性薬剤含浸後の乾燥は、天然乾燥又は人工乾燥のいずれも可能であるが、人工乾燥の場合は使用薬剤の特性に合わせた上、80℃（DBT）以下の乾燥スケジュールを選択することが望ましい。
- ③ それぞれの乾燥仕上り含水率は5. 2の標準値に準ずる。

(2)薬剤を塗布処理する場合

木材保護剤等は、刷毛塗り・吹き付け等の塗布処理とするのが一般的であるが、この場合、調色処理も含めてできる限りブラッシングとバフ等による擦り込み塗装を行うことが望ましい。

5. 5 組立加工

- ①ボルト等の材料で組み立てる壁体パネルは、組立後の仕上げ寸法の矯正が難しい場合があるので、事前にこれの対策を講じておく必要がある。
- ②接着組立の場合の接着剤は、耐水性・接着強度ともに構造用集成材の接着剤に準じてレゾルシノール系又はこれと同等以上の性能を有するものを使用する必要がある。
- ③パネル寸法は、壁体構造や支柱への取り付け方法の違いにより設定寸法が異なるので、十分留意する必要がある。

壁体の組立には、上下の隣接パネルとの組つけは雇い実の利用がなされることが多い。この場合、パネルの組立のためのボルト類ワッシャー・ナット等の金物は実溝の低部に埋め込む必要がある。組み立て後の寸法調整のため切削することは難しくなるので、各部材は指定寸法に合わせた割付け寸法で全ての切削工程を完了していなければならない。また、遮音壁として使用中にボルト孔等に滞水する可能性もあるので、このようなおそれのある場合には、パネル組み立て後ボルトの埋め込み孔にパテを充填する等の処置をする必要がある。

壁体構造や支柱取り付けの方法によっては、指定寸法と加工寸法に多少の誤差が生ずることがあるので、このことを十分に留意の上、工場において仮組立等の措置をとることも考える必要がある。

6. メンテナンス

6. 1 点検項目

木製遮音壁の機能を維持する保守管理を行うために、①音響性能に関する点検、②生物的劣化に関する点検、③非生物的劣化に関する点検、の3つの分野についての壁面の接合部、支柱との締結部分、笠木及び基礎について点検を行う。

6. 2 音響性能に関する点検

6. 2. 1 遮音性能

透過損失の状況を下表により点検する。

表6-1 遮音性能の点検項目と点検方法

点検項目	点検方法	使用器具	頻度
透過損失	遮音壁の透過損失を、遮音壁の前後に下記の要領で設置した騒音計により測定する。	普通騒音計2台、1/3オクターブ分析器、レベルレコーダ2台、巻尺	毎年1回

測定は、一連の遮音壁の中で劣化や破損が最も顕著な遮音壁について、周囲から測定の妨げとなる騒音がない環境で行うこと。測定場所は遮音壁の外側で壁から1 mの地点とし、測定は車両の通行量はその道路での平均的な状況で行うこと。騒音計の1台は遮音壁の道路側で遮音壁から30 cmに、もう1台は遮音壁の道路の外側に、それぞれ同じ高さに設置し、JIS Z 8731 に準拠して騒音レベルの O.A. 値とJIS A 1416 に準拠して中心周波数が400 Hzと1 kHzにおけるバンド音圧レベルを、遮音壁の内外で同時に測定・記録すること。

結果の表現；遮音壁設置時の測定値に比べて、○：3 dB以内、△：3～6 dBまで、×：6 dB以上。

6. 2. 2 吸音性能

吸音性能の状況を下表により点検する。

表6-2 吸音性能の点検項目と点検方法

点検項目	点 検 方 法	使 用 器 具	頻度
吸音性能	遮音壁表面の状態や吸音材を使用している場合にはその状態を目視で点検し、設置時のそれと比較する。	カメラ	毎年 1回

吸音性能を施工現場で測定することは困難なので、遮音壁の表面状態や吸音材を用いている場合にはその劣化の状態を調査すること。

結果の表現；吸音性能に影響する表面状態や吸音材を使用している場合にはその状態が、遮音壁設置時の状態に比べて、○：ほとんど変化無し、△：やや吸音性能が劣化していると予想される状態、×：著しく吸音性能が劣化していると予想される状態。

6. 3 生物的劣化に関する点検

6. 3. 1 変 色

変色の程度を下表により点検する。

表6-3 生物の変色の点検項目と点検方法

点検項目	点 検 方 法	使 用 器 具	頻度
変 色	木材腐朽菌による変色か木材変色菌による変色か判断する。	カメラ	毎年 1回

一連の遮音壁の中で変色が顕著な遮音壁を数カ所選び、それらについて調査を行う。変色部の色が褐色か白色の場合は腐朽菌に侵されている恐れがあり、それ以外の色の場合は変色菌による変色で、遮音壁の強度には影響が無いと判断する。

結果の表現；遮音壁設置時の色に比べて、○：ほとんど変化無しか変色菌による変色、△：木材腐朽菌による軽度の変色、×：木材腐朽菌による著しい変色。

6. 3. 2 腐 朽

腐朽の程度を下表により点検する。

表 6 - 4 腐朽の点検項目と点検方法

点検項目	点 検 方 法	使 用 器 具	頻度
腐朽度	遮音壁の腐朽部分について、釘保持力試験を行う。	鉄丸釘、バネ秤付き釘抜き器	毎年 1回

試験は一連の遮音壁の中で腐朽が顕著であると判断される遮音壁について、帯線・褐色方形腐れ・白色海綿状腐れの存在する箇所において、釘保持力試験を行う。

結果の表現；遮音壁設置時の釘保持力に比べて、○：1割までの低下、△：1～2割までの低下、×：2割以上の低下。

6. 3. 3 虫 害

虫害の程度を下表により点検する。

表 6 - 5 虫害の点検項目と点検方法

点検項目	点 検 方 法	使 用 器 具	頻度
虫 害	食痕、フラス、孔道や蟻道の有無を遮音壁の表裏に付いて調べる。	ルーペ、カメラ	毎年 2回

木材食害虫によって形成された食い跡は食痕と言われ、これが材内部に局所的に進行していったピンホール状のものを孔道と言う。孔道形成の過程で食害材の残害に虫糞が混じったフラスを孔道内に残したり外へ排出することがある。一方、白蟻によって形成された材表面や内部の通路は蟻道という。白蟻による食害の進行は急なので、蟻道の有無に付いては特に注意して点検する必要がある。虫害の恐れがある場合には、当該箇所の写真撮影を行い、食害虫の種類を識別する。

結果の表現；○：食痕、フラス、孔道が全く認められないか若干認められる、△：食痕、フラス、孔道がかなり認められ、一部は遮音壁を貫通している、×：食痕、フラス、孔道が著しく認められ、蟻道も認められる。

6. 4 非生物的劣化に関する点検

6. 4. 1 変色

変色の程度を下表により点検する。

表6-6 非生物の変色の点検項目と点検方法

点検項目	点検方法	使用器具	頻度
変色	設置時の色とカラーチャートや写真を用いて比較し、その差を確認する。	カメラ、カラーチャート	毎年1回

非生物の変色には、金属と木材中の化学物質との反応による金属汚染、空気中の酸素と化学物質との反応による酸化変色、主として紫外線による光変色があるが、何れも音響的性質や強度に影響が無いので、一連の遮音壁の中で変色が顕著な遮音壁を数カ所選び、変色の程度を調べる。

結果の表現；遮音壁設置時の色に比べて、○：やや変化している、△：かなり変化している、×：著しく変化している。

6. 4. 2 変形

変形の程度を下表により点検する。

表6-7 変形の点検項目と点検方法

点検項目	点検方法	使用器具	頻度
変形	遮音壁を構成するパネルやパネル内の部材の遮音壁の本来あるべき面からの突出の程度を測定する。	1m鋼尺、目盛り付き直角定規	毎年1回

一連の遮音壁の中で変形が顕著な遮音壁を数カ所選び、遮音壁が本来あるべき面に直角定規を当て、その面から変形している部材やパネルの最大変形箇所の表面までの突出量を変形量として測定する。変形にはパネル面内の変形もあるが、それについては隙間の項で測定されるので、本項には含めない。

結果の表現；変形量が、○：パネル厚さの1/4以下、△：パネル厚さの1/4～1/2まで、×：パネル厚さの1/2以上。

6. 4. 3 隙 間

隙間の程度を下表により点検する。

表 6 - 8 隙間の点検項目と点検方法

点検項目	点 検 方 法	使 用 器 具	頻度
間 隙	支柱とパネルの間、基礎とパネルの間、パネル間、パネル内の部材間の隙間を測定し、設置時の隙間と比較する。	隙間ゲージ、ノギス、鋼尺	毎年 1 回

一連の遮音壁の中で隙間が顕著な遮音壁を数カ所選び、それらのスパン毎に目視で最も隙間の大きな箇所について、遮音壁表面における幅、長さ及び深さを測定すること。

結果の表現；○：設置時に比べて1割以上拡大していない、△：1～3割拡大しているが、パネル部分の隙間は表面から裏面に連続していない、×：3割以上拡大しており、パネル部分の隙間が表面から裏面に連続している。

6. 4. 4 機械的損傷

機械的損傷の程度を下表により点検する。

表 6 - 9 機械的損傷の点検項目と点検方法

点検項目	点 検 方 法	使 用 器 具	頻度
機械的損傷	機械的な損傷が無いことを目視で検査する。	カメラ	毎年 2 回

遮音壁に外力が加わって、欠けや折損が生じていないことを確認する。

結果の表現；○：損傷が無いか軽度の欠けがある、△：顕著な欠けがあるか軽度の折損がある、×：明らかな折損がある。

6. 4. 5 火災による劣化

火災による劣化の程度を下表により点検する。

表6-10 火災の点検項目と点検方法

点検項目	点 検 方 法	使 用 器 具	頻度
火災による劣化	火災による変色や炭化、焼失箇所が無いことを目視で確認する。	カメラ	毎年2回

当該箇所を目視で調査し、場合によっては表面を剥離させてその程度を把握する。

結果の表現；○：火災による変色が無いか軽度の変色や炭化がある、△：顕著な炭化があるが、遮音壁の機能は損ねられていない、×：顕著な炭化や焼失部分があり、遮音壁の機能が損ねられているかその恐れがある。

6. 5 補修

点検要領に従って点検した結果、△と判定された項目については、必要な補修を行う。

(1)音響性能に関する項目の補修要領

- ①遮音性能：生物的または非生物的劣化に伴って生じているので、性能低下の原因に該当するそれぞれの項目（(2)~(3)）の補修要領に従って行う。
- ②吸音性能：吸音材を用いている遮音壁で、吸音材の体積減少や劣化が著しい場合には、吸音材を取り替えること。

(2)生物的劣化に関する項目の補修要領

- ①変色：変色を引き起こしている生物に効果がある薬剤の塗布または散布。
- ②腐朽：腐朽を引き起こしている生物に効果がある薬剤の塗布または散布。
- ③虫害：孔道が遮音壁の表から裏側に貫通している場合には、耐久性の高い接着剤か充填剤で孔道を塞ぐ。蟻道が発見された場合には、被害や巣の規模を調査し、適切な殺蟻または防蟻処理を施す。

(3)非生物的劣化に関する項目の補修要領

- ①変色：補修の必要無し。
- ②変形：突出部分の押し込み等による成形や、切削等の機械加工による修正、並びに凹部へ

の補強部材による補強。

③隙間：耐久性のある充填剤の充填。

④機械的損傷：損傷部分の成形又は当該部分の除去及び補強部材による補強。

⑤火災：劣化部分の除去と補強部材による補強又は充填剤の充填。

6. 6 取り替え

点検要領によって点検した結果、腐朽・虫害・変形・隙間・機械的損傷・火災の項目について×と判定された場合には、当該箇所を含む遮音壁の一部または全部を速やかに取り替える。

遮音壁の機能に影響を与える上記の劣化は緩やかに進むものから突如として引き起こされるものまでであるので、×と判定されたので直ちに取り替えるというのではなく、劣化進行の特徴を考慮した上で、遮音壁の機能を著しく低下させないように取り替え時期を決定すべきである。さらに、遮音壁の機能が著しく低下していないと思われる場合でも、多くの項目が○と判定されなくなった場合には、全体的に寿命が近づいているので、取り替え計画を立てること。

6. 7 点検・補修記録

実施した点検記録、補修記録及び取り替えの記録を作成し、それらの記録を20年間保存するものとする。

点検記録、補修記録及び取り替え記録は、下表を参考に作成すること。

点検・補修記録には点検項目毎の判定記号の一つを○で囲むことによって判定を行い、判定が△か×の場合には、対処方策を箇条書きすること。さらに、補修対策に従って行った補修記録を当該覧に記録すること。なお、特記すべき事項がある場合には当該覧に具体的に記入すること。

表 6 - 11 点検・補修記録表の例

点検場所：

分野	点検項目	判定	補修対策	補修記録	特記事項
Ⅰ 音響性能	①遮音性能	○ △ ×			
	②吸音性能	○ △ ×			
Ⅱ 生物的劣化	①変色	○ △ ×			
	②腐朽	○ △ ×			
	③虫害	○ △ ×			
Ⅲ 非生物的劣化	①変色	○ △ ×			
	②変形	○ △ ×			
	③隙間	○ △ ×			
	④機械的損傷	○ △ ×			
	⑤火災	○ △ ×			

点検実施日： 年 月 日（ ）、天候： 、点検者：

7. 壁体の更新と再利用

7.1 壁体の更新

取り替え時期が来たと判断されれば、速やかに壁体の更新を行う。

6. 6項で示される取り替え時期の判断により、取り替えるべき劣化状態になったときは速やかに更新を行うこととする。

7.2 壁体の再利用

壁体は単に焼却や廃棄をするのではなく、できるだけ再利用を図る。

リサイクル使用が可能な環境への毒性の少ない防腐処理を行っておくことが前提となるが、外国で行われているように、廃材をチップ化し、遊歩道、植栽地、運動広場などで散布する等園芸資材的な利用の可能性もある。