

## 論文

## スギ間伐材を用いた道路遮音壁の遮音性能評価

永井 智・辻本三郎丸\*<sup>1</sup>・住友聰一\*<sup>2</sup>・山田直也・藤本 進\*<sup>3</sup>

Satoshi NAGAI, Saburoumaru TSUJIMOTO, Satokazu SUMITOMO, Naoya YAMADA and Susumu FUJIMOTO

Performance evaluation on traffic-noise-insulation wall made of Sugi (*Cryptomeria japonica* D. Don) wood from thinning

要旨：永井 智・辻本三郎丸・住友聰一・山田直也・藤本 進：スギ間伐材を用いた道路遮音壁の遮音性能評価。兵庫農林水技総セ研報（森林林業）53号：17～23，2006 県産スギ間伐材を用いた木製低層遮音壁の遮音性能を評価することを目的に、1) 既存の遮音壁設置現場での遮音効果の実測、2) 試作壁体を用いた環境試験室での透過損失の測定、および3) 閑静な広場での遮音効果の測定、を行った。既存現場の場合、道路幅、車線位置、受音位置などの条件が変われば遮音効果も異なることに留意しなければならないが、今回の現場の条件からは約4dBの遮音効果が得られた。一方、環境試験室での測定の結果、壁体そのものが有する遮音効果（透過損失）は少なくとも25dB以上であることがわかった。また、広場での測定も音源と受音点の位置関係などの条件により変動することに留意しなければならないが、今回の条件からは約9dBの遮音効果が得られた。一連の結果から、1) 本遮音壁は、壁体を透過する音を実質的に無視できる遮音性能を有していること、2) 遮音効果は壁の設置寸法の違いによって変動する回折減衰\*<sup>1</sup>の程度に影響されること、が推察された。

キーワード：スギ、間伐材、遮音壁

## 1 はじめに

近年、景観に配慮した道路網整備あるいは地球温暖化防止の観点から、国産材を活用した防護柵（ガードレール）や遮音壁の利用開発が各地で行われている（1、2、3、4、5、6）。防護柵に関しては、平成10年にその設置基準が性能規定化されるとともに（平成16年改定、7）、平成16年には「景観に配慮した防護柵の整備ガイドライン」（8）が策定されるなど、ハード、ソフト両面

での行政施策が進められている。対して遮音壁の場合、日本道路公団が高速道路を対象に木製遮音壁技術指針（案）を平成15年に作成している（未公表）ものの、一般道路に関しては、設置に伴う周囲への影響（沿道の住民への日照、沿道への車の出入り、土地利用の状況等）について考慮する必要があるため、統一的な設置基準の策定には至っておらず、現場の状況に応じて設置の可否が判断されている（9）。

このような状況の下、本県においても平成15年10月



写真1 木製低層遮音壁

\*1：県立健康環境科学研究センター（須磨）

\*2：元 県立健康環境科学研究センター（須磨）、現（財）ひょうご環境創造協会

\*3：元 兵庫県森林組合連合会

※1：物体の裏側へ音が回り込んで伝搬していく際、音の波長（周波数）と物体の大きさによって変化する音圧レベルの差。

に相生市の国道2号沿道に木製低層遮音壁が試験的に設置された(事業主:国土交通省姫路河川国道事務所、写真1)。森林林業技術センター(以下森林技センター)では、部材(県産スギ間伐材)の調達・加工を請け負った兵庫県森林組合連合会から、一層の付加価値化による販路拡大、それに伴う県産木材の利用推進を目的に、同遮音壁の遮音性能評価を委託された。

既存現場の場合、道路幅、車線位置、受音位置、道路交通状況、天候などの様々な条件が遮音効果に影響する。そこで本試験では、現場での実測のほかに複数の試験を実施したうえで、その性能を評価することとした。試験地(内容)の内訳は、1)相生市の国道沿道(既設遮音壁の遮音効果の現地実測)、2)森林技センター環境試験室(試作壁体の透過損失の測定)、そして3)閑静な広場(試作壁の遮音効果の測定)、である。なお、2)の測定に関連するものとして、建築部材の空気音遮断性能を測定する方法がJIS規格に定められている(10)が、この場合、試験には空気音を完全に遮断することのできる大掛かりな特別な試験室が必要となる。そこで本試験では、比較的簡易かつ汎用的な遮音性能の測定・評価手法を確立させる試みとして、森林技センターに既存の環境試験室を活用することとした。

本試験を実施するにあたり、兵庫県神崎郡の神崎町森林組合には試作壁の作製にご協力いただいた。ここに感謝する。

## II 供試体

国道2号沿道に設置された遮音壁には、県産スギ間伐材を加工し、幅方向にワイヤーおよびボルトで緊結した壁体を用いられている。壁体の加工条件には2種類あり、現場では、これらを便宜的にタイコ型およびホゾ型と呼んでいる(写真2)。タイコ型の特徴としては、1)加工が容易、2)背割りを施していないため割れが発生しやすい、3)部材間にすき間が生じた場合、それが表面から裏

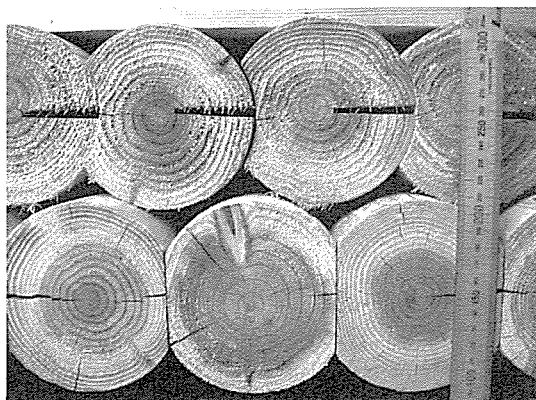


写真2 遮音壁断面(上:ホゾ型、下:タイコ型)

面へと直線的に存在するために遮音効果が低下する恐れがある、ことが挙げられる。一方、ホゾ型の場合、1)タイコ型よりも加工に手間を要する、2)背割りを施しているため割れが発生しにくい、3)カーブした加工部にすき間が生じたとしても、表面から裏面に至る直線的なすき間が発生しないため、遮音効果が低下する恐れが少ない、ことが挙げられる。本試験では、既設遮音壁でのほかに試作壁による試験も行ったが、これらすべての壁体は既設のタイコ型あるいはホゾ型と同様の条件で作製されている。

## III 試験

### 1 相生市での遮音効果の現地実測

#### 1) 試験方法

国道2号沿道に設置されている遮音壁の遮音効果について実測を行った。現地では、総延長220mの間にタイコ型、ホゾ型合わせて8基の遮音壁が間隔をあけて設置されており、各遮音壁の幅は沿道への車の出入りの状況等に応じて異なっていた。これらのうち、測定条件(遮音壁の幅が短くないこと)および周囲の環境条件(背部に建造物がないこと)が比較的良好な1地点を選定した。測定は、遮音壁(ホゾ型)の設置されているところと設置されていないところにおいて、道路騒音の遮音壁による挿入損失を測定する目的で、長さ4mのポールにマイクロホンを3個(高さ1.2m、2.4m、3.6m)設置し行った(写真3)。

測定点と道路の位置関係を図1に示す。遮音壁の形状は、幅28.4m、高さ1m、厚さ0.12mである。測定点1、2、3は遮音壁背後の地点、測定点4、5、6は道路に向かって遮音壁のない地点である。測定点1、4は高さ3.6m、測定点2、5は2.4m、3、6は1.2mである。遮音壁端から測定点6までは24m離れており見通し角は170度以上である。これら遮音壁のあるところ、ないところ各3点、計6点の測定点について、騒音計((株)リオン製、NL06)を介してA特性音圧レベル(以下すべての測定について同様)をデータレコーダ((株)ソニー製、PC208)に6点同時に約1時間録音し、持ち帰った。周波数分析により、周波数ごとの騒音レベル、およびオールパス(A.P.)の騒音レベルを算出した。

#### 2) 結果と考察

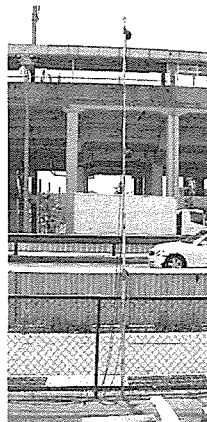
国道2号沿道における測定点間の騒音レベル差を表1に示す。これによれば、測定点6と測定点3を比較した結果は4.1dBであり、単純に考えると高さ1.2mでは約4dBの遮音効果があることが示されている。高さ3.6mどうしの測定点4と測定点1の比較においても0.7dBの差があり、若干遮音壁の効果もうかがえる。遮音壁のない



測定した遮音壁



遮音壁背後での測定



遮音壁なしでの測定



測定器

写真3 相生市での現地実測

測定点4と測定点6でレベル差が生じていないのに対し、遮音壁のある測定点3と測定点1では3.5dBの差が生じている。

図2は、国道2号沿道における周波数分析結果である。測定点は、遮音壁のある測定点3および遮音壁のない測定点6（いずれも高さ1.2m地点）である。100Hzより低い周波数は、値が安定しないため削除した。表1によれば

ば挿入損失は約4dBとなっているが、周波数分析の結果にもそれは現れている。なお、図2において500Hzで両者がほぼ等しくなっているが、その原因は明らかでない。このような屋外試験ではよくあることであり、理由を明確にすることは難しい。

表1 測定点間の騒音レベル差 (A.P. 値の差)

	測定点6 -測定点3	測定点4 -測定点1	測定点4 -測定点6	測定点1 -測定点3
レベル差	4.1	0.7	0.0	3.5

(単位: dB)

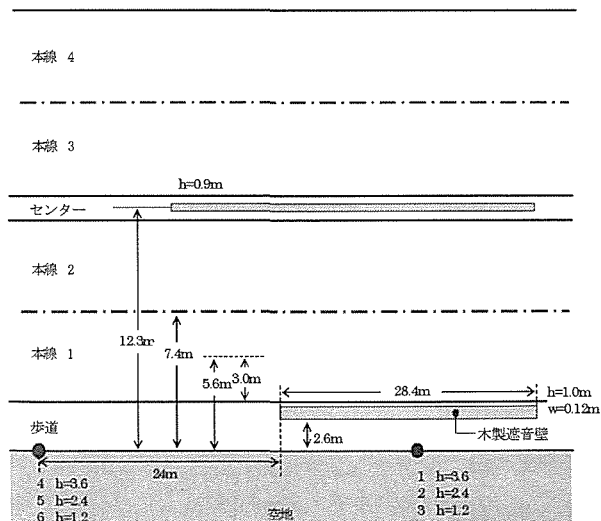


図1 相生市での測定地点図

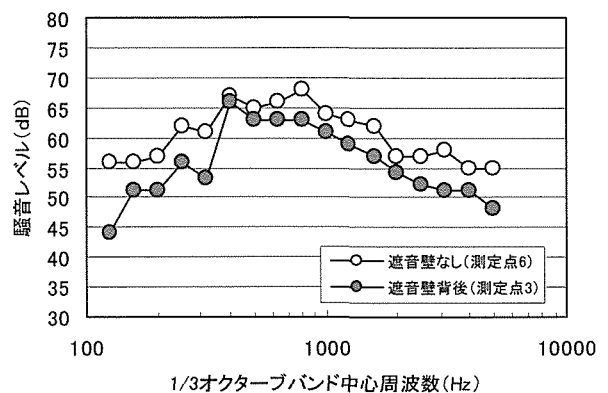


図2 周波数分析結果 (国道2号沿道実測)

以上のように、相生市現地での実測結果からは、歩行者が体感する基準高さ（1.2m）において約4dBの遮音効果があることがわかった。各種騒音対策の一般的な騒音低減効果（9）によれば、路面の高機能（低騒音）舗装で約3dB、遮音壁（高さ5m）の設置で約10dBとされていることから、本低層遮音壁は概ね有効な遮音効果を備えていると考えられた。

2 森林技センターでの試作壁の透過損失測定

1) 試験方法

遮音壁自体が有する遮音性能を調べるため、また、タイコ型とホゾ型の性能を比較するため、森林技センター内の環境試験室（タバイエスペック（株）製、TBR-10HW0G4A）を用いて透過損失の測定を行った（写真4）。環境試験室の形状は、高さ2100×幅4070×奥行き4500mm、厚さ65mmである。図3に示すとおり、試験室内ではマイクロホン3基を対角線上に、そしてスピーカは壁のコーナーに向かって設置した。試験室外では、ドアから0.5m、1m、2mの3点にマイクロホンを設置した。

測定は、暗騒音<sup>※1</sup>、およびスピーカからホワイトノイズ<sup>※2</sup>を発生させた時の試験室内・外測定点の音圧分布に

ついて行った。これらの測定を試験室ドア閉鎖・ドア開放の状態、ならびに試作壁（タイコ型・ホゾ型）の取り付け時においてそれぞれ実施した。試作壁はいずれも相

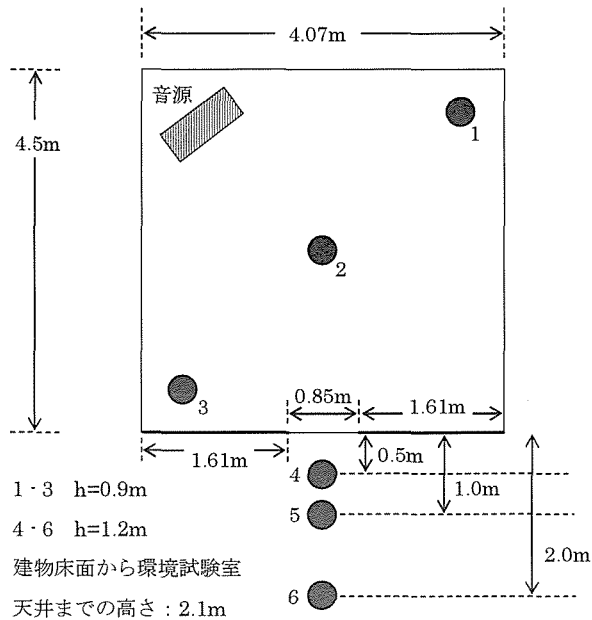


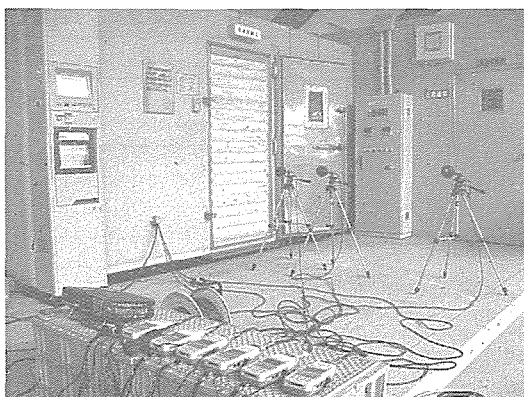
図3 環境試験室での測定地点図



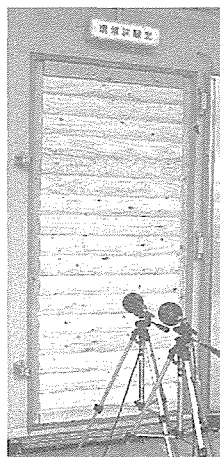
ドア閉鎖時の測定



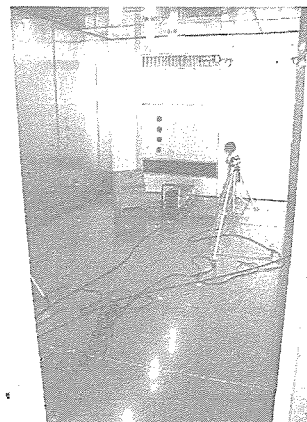
ドア開放時の測定



試作壁設置時の測定



試作壁設置状況



室内状況

写真4 環境試験室での透過損失測定

※1：試験環境にもともと発生している試験対象外の騒音。

※2：単位周波数帯域（1Hz）に含まれる成分の強さが周波数に無関係に一定の雑音。

表 2 環境試験室での測定結果 (A.P. 値)

測定条件	測定点 1	測定点 2	測定点 3	測定点 4	測定点 5	測定点 6
①通常ドア閉鎖	91	92	92	63	63	62
②通常ドア開放	90	91	91	83	80	77
③タイコ型設置	90	91	91	62	61	61
④ホゾ型設置	90	91	91	62	61	61
⑤暗騒音	40 以下	40 以下	40 以下	40 以下	40 以下	40 以下

(単位 : dB)

生市の現地に設置されているものと同様の条件で作製されたものである。ただし、環境試験室の入り口 (幅 850 × 高さ 1795mm) を密閉するため、厚さはそのまま高さおよび幅を調整するとともに、周囲に木製フレームを取り付け、入り口にすき間なくはめ込んだ (写真 4)。

2) 結果と考察

測定点 1~6 (図 3) から得た音圧分布を表 2 に示す。表 2 において、約 90dB に設定した室内音圧分布は、ほぼそのとおりの結果を示している。室外音圧分布の結果を見ると、試験①のドアを閉鎖した状態では 62~63dB であり、室内と室外の音圧レベル差は 29~30dB である。この結果、ドアを含めた試験室自体の透過損失は約 30dB あることがわかる。試験②のドア開放の状態では、ドアの分だけ音が外部へ出て行く結果、この部位が試験室の吸音力として働くため、室内測定点 1、2、3 の音圧分布は試験①に比べて若干小さくなっている。試験③、④に示すタイコ型、ホゾ型を取り付けた場合、室内音圧分布は試験①よりも若干小さくなっているが、室外音圧分布もそれに合わせて小さくなっている。試験①のドア閉鎖と試験③、④のタイコ型、ホゾ型間の差がほとんどないことから、それぞれの遮音壁の透過損失は安全側に見積もっても 25dB 以上と推察できる。

周波数分析結果を図 4 に示す。測定点は室内測定点 2 と室外測定点 4 である。タイコ型とホゾ型の波形がほぼ等しいことから、その性能がほぼ等しいということがわかる。表 2 および図 4 の結果から、周波数によって違いはあるものの、両遮音壁とも約 25dB 以上の透過損失を持

っているものと判断できる。

なお参考として、高速道路の遮音壁に要求される透過損失は、周波数 400Hz で 25dB 以上、同 1,000Hz で 30dB 以上とされている (日本道路公団、木製遮音壁技術指針 (案))。本試験に用いた環境試験室自体の透過損失が約 30dB であったため、仮に遮音壁が 30dB 以上の透過損失を備えていたとしても、その数値を正確に求めることは困難であった。すなわち、透過損失のより大きい (空気音遮断性能の高い) 試験室にて測定を行った場合、遮音壁の透過損失の測定精度もより高まり、30dB 以上の値が得られる可能性もある。したがって、今後 JIS (10) に基づいてさらに精緻な試験を行うことにより、本遮音壁の高速道路への利用展開についても期待できる。

3 森林技センター広場での遮音効果の測定

1) 試験方法

森林技センター広場にタイコ型、ホゾ型各 2 枚、計 4 枚の試作壁を直列させ、遮音壁設置前後の音圧分布の測定を行った (写真 5)。写真 5 (上) の中央 2 枚 (タイコ型、ホゾ型) はどちらも神崎町森林組合で作製されたままの試作壁である。両端には、環境試験室での測定に用いた 2 枚 (タイコ型、ホゾ型) を配置するとともに高さを調節し、遮音壁側方からの騒音の回り込みを抑制している。壁上部には、相生市の現地に設置されているものと同形状 (半月状) の板を設置した。

図 5 は、測定状況の平面図および立面図である。壁体は幅 7.6m、高さ 1.1m、厚さ 0.12m である。マイクロホンは、壁後方の高さ 3.7m、2.5m、1.3m に設置した。それぞれ測定点 1、2、3 である。測定点 1~3 が図 1 の場合と比較して 10cm ずつ高く設置されているのは、試作壁の高さが既設遮音壁の場合 (1m、図 1) よりも 10cm 高かったことによる。測定点 4 は、音源の状況を確認するためスピーカーと遮音壁の間に設置した。

音源および受音点を移動させることなく、遮音壁を設置した時と除去した時のそれぞれにおいて、スピーカーからホワイトノイズを発生させ、4 つの受音点で録音した後、周波数分析により音圧分布を求めた。

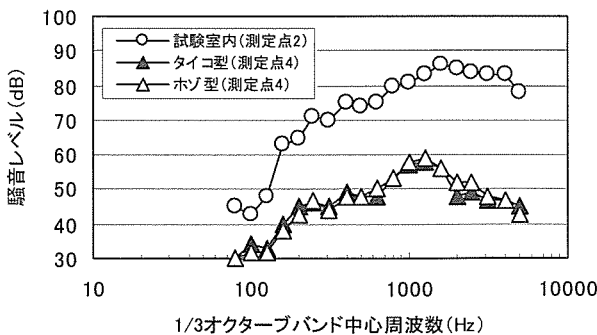
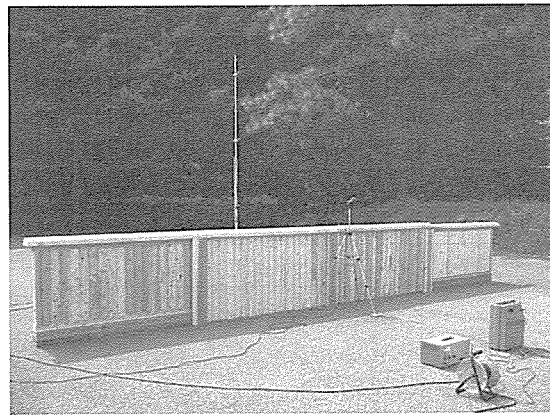
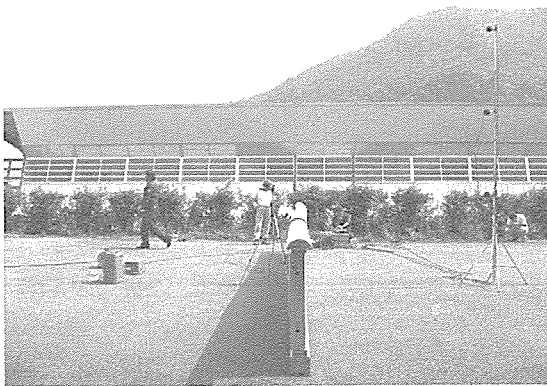


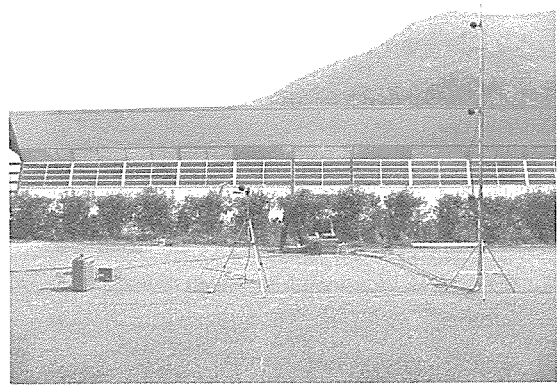
図 4 周波数分析結果 (環境試験室)



試作壁 4 枚直列による試験



遮音壁ありでの測定



遮音壁なしでの測定

写真 5 広場での遮音効果測定

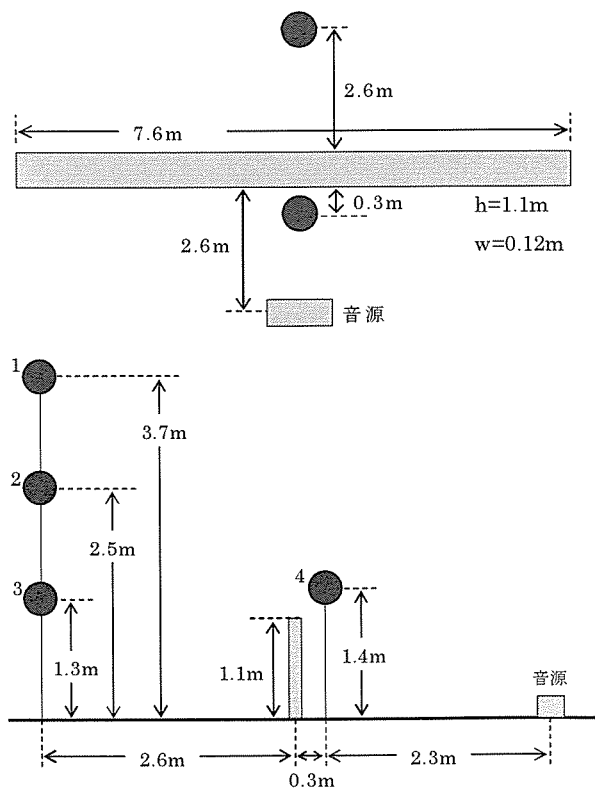


図 5 広場での測定地点図 (上：平面図、下：立面図)

2) 結果と考察

測定点 1~4 (図 5) から得た音圧分布を表 3 に示す。スピーカから 2.3m 離れた測定点 4 に示された音源の大きさは約 90dB であり、①、②どちらの測定条件においてもほぼ同様である。また、高さ 3.7m の測定点 1 では、①、②どちらの測定においても 81dB である。測定点 2 では 83 および 84dB と若干差異が認められ、遮音壁の有無によるものと考えられる。測定点 3 は遮音壁裏側の結果であり、遮音壁の有無による差を見ると 9dB となっている。

測定点 3 の結果は、音源と受音点の位置関係から変動するものであり、相生市での実測値 (約 4dB) と比べると大きく異なっている。これは遮音壁側方からの音の回り込みを無視するために音源を遮音壁に近づけているため、このような値になったものである。前川チャート (11)

表 3 広場での測定結果 (A. P. 値)

測定条件	測定点 1	測定点 2	測定点 3	測定点 4
①遮音壁あり	81	83	74	90
②遮音壁なし	81	84	83	90
③暗騒音	50 以下	50 以下	50 以下	50 以下

(単位：dB)



に基づいて計算したところ、500Hzでの挿入損失は約8dBであり、ほぼ測定結果と一致した。このことから、1) 本遮音壁の壁体を透過する音は実質的に無視できること、2) 遮音効果は壁の設置寸法(高さや幅)の違いによって変動する回折減衰の程度に影響されること、が推察された。

#### 引用文献

- (1) 中国四国農政局鳥取統計・情報センター(2003) 間伐材のガードレールを導入, 農林漁業現地情報—鳥取からの話題—, 平成15年7月号, 3-4.
- (2) 吉永 亨(2005) 徳島すぎを使用したガードレールの強度性能, 徳島県立農林水産総合技術センター森林林業研究所 技術情報カード, No. 69.
- (3) 柴田直明・吉野安里(2005) 信州型木製ガードレールの開発, 公立林業試験研究機関研究成果選集, No. 2, 73-74.
- (4) (独) 森林総合研究所ほか, “木製道路施設の耐久設計・維持管理指針策定のための技術開発”, 平成16年度先端技術を活用した農林水産研究高度化事業(研究期間:2004-2008年度), 課題番号1678.
- (5) 喜多山 繁(2003) 高い遮音性、吸音性を持つ木製遮音壁の開発, フォレストコンサル, No. 92, 803-808.
- (6) 喜多山 繁(2004) 道路設備への木材利用の促進, フォレストコンサル, No. 96, 1012-1016.
- (7) (社) 日本道路協会(2004) 防護柵の設置基準・同解説, 148pp, (社) 日本道路協会, 東京.
- (8) (財) 国土技術研究センター(2004) 景観に配慮した防護柵の整備ガイドライン, 60pp, 大成出版社, 東京.
- (9) 国土交通省道路局ホームページ, 道の相談室(<http://www.mlit.go.jp/road/roadqa/045.html>).
- (10) (財) 日本規格協会(2000) JIS A 1416 実験室における建築部材の空気音遮断性能の測定方法, 32pp.
- (11) 福田基一・奥田襄介共著(1973) 騒音対策と消音設計, 290pp, 共立出版, 東京.