

地域木材資源の活用研究

—木材チップの衝撃緩和力*1—

Utilization of Regional Forest Resources

—Impact Energy Absorption Effect of Wood Chips—

池 際 博 行

Hiroyuki IKEGIWA

(和歌山大学教育学部技術教育専修)

石 橋 幸 四 郎

Koushiro ISIBASI

(株式会社石橋)

辻 麻 未

Asami TSUJI

(和歌山大学教育学部)

湯 川 和 幸

Kazuyuki YUKAWA

(印南町役場)

2012年9月12日受理

Abstract

Wood chips with some different bulk densities which were made of Inami-town's forest lumbers were tested whether they were effective in lowering the impact force. The impact force was given from a dropping bowling ball at some height positions. The depth of laid chips and the bulk density of chips on the shock absorption effects were measured. The following results became clear by the experiments.

1. The impulsive force became large so that the ball position is high. The height of a falling ball was linearly related to the impact force at any bulk density-type of wood chip.
2. The depth of the piled chips directly related to the impulsive force reduction. The impulsive force became small so that the depth of piled chips was thick.
3. The power of absorption to the impulsive force improved as the bulk density of the chips increased.
4. By only 10 centimeters-depth of chips were piled up on the mat, the impulsive force of the ball was reduced as about half times as on the bared polystyrene mat.

1. はじめに

紀南地域の主たる産業は農林水産業であり、この地域に存在する天然資源の有効活用は地域経済の発展に不可欠である。とりわけ、和歌山県は県土の77%が森林であり、地域の産業振興には生育する林木の活用が重要な課題である。しかし、木材資源についてみれば、ここ数十年全国的規模で国産材の生産利用は低迷しており、スギ・ヒノキを中心とする針葉樹林業は厳しい環境にさらされている。

本研究で資源供給地域として取り上げた印南町¹⁾は、温暖な気候とビニールハウスを活用したエンドウマメ・スイカなど近郊都市圏向け野菜栽培を中心とした農業が主体であるが、古くから林業も盛んであった。とりわけ、町の森林の約半分はウバメガシなどの広葉樹となっており、かつては備長炭などの生産のための製炭業が隆盛を誇っていたが、生活環境の変化に伴い炭の生産量は今では減っている。

現在、製材用の針葉樹材については、スギの端材などは木粉にして一部エリノギ用菌床に、また、広葉樹

材のシイノキやクヌギなど一部の樹種については、伐採後チップ化したものを、シイタケなどきのこ菌床栽培用の培地として活用、廃菌床の堆肥化までを現地で実用化²⁾している。しかし、特定の樹種を選択的に伐採することは森林の林相を人為的に破壊することにつながり、その結果、特定の優先種の生育を助長することにもなるため、広葉樹については一斉伐採されている。

そこで、伐採された多様な樹種の広葉樹材の、森林環境への配慮や地域資源の地元での利活用による地元産業の活性化へ向けて、地域で生産された木材チップを公園や学校屋外施設、遊歩道などにおける衝撃吸収材として活用することを目的とし、堆積された木材チップがもつ衝撃吸収能力についての計測実験を行った。

木材チップを使った歩道施設は、昭和45年ころから起こったジョギングブームを起点とし、チップコース³⁾⁴⁾の足への負担の軽減効果などが評価された。しかし、こうした木質系舗装の快適性などの性能評価は、特別な試験装置を使った居住性床硬さ試験⁵⁾を適用して行なっている。

* 1 本研究は第63回日本木材学会大会(於札幌, 2012, 3)において報告された。

2. 実験

本研究は、衝撃に対する安全性や使用時の快適性に主たる影響を持つと思われる堆積された木材チップが物体の落下などによる衝撃に対してどの程度の衝撃力吸収能力を有するか、を測定することに目的を置いている。こうした衝撃吸収能力は、木質系舗装の快適性を決定するものと考えられるが、一般的には、舗装道路の弾力性を評価する方法としてスチールボール(SB)やゴルフボール(GB)を一定高さから落下させ、地面での反発力を跳ね返り高さを計測し反発係数(GB係数, SB係数)を求めることによって評価されている⁶⁾。

これに対して本実験では、衝撃を与えるものとして重量4.8kgのボーリング球を使い、衝撃センサーをチップ下面あるいはボーリング球に直接貼り付けることによってボーリング球が堆積チップ上に落下した瞬間の衝撃力の大きさを計測することにした。木材チップ(あるいはこれを接着剤等で固めたチップ舗装表面)の衝撃吸収効果を知るためにこのような方法を用いた研究は過去にない。

2.1 木材チップの種類

実験に用いた木材チップは印南町で伐採された木材(スギ, ヒノキおよびシイノキ)からつくられており、大きさの異なる数種類のチップを用いておもにそのかさ密度と衝撃力の大きさとの関係性を求めた。実験に使用したチップはFig. 1に示した4種類である。



Fig. 1 Wood-chips of Inami-timbers.

左からシイノキ細チップ(粉状), シイノキ粗チップ, スギ・ヒノキ細チップ, スギ・ヒノキ粗チップの4種類である。それぞれの拡大写真をFig. 2-1~4に示した。



Fig. 2-1 Fine chips of Sugi & Hinoki.



Fig. 2-2 Coarse Chips of Sugi & Hinoki.



Fig. 2-3 Fine (powdered) chips of Siinoki.



Fig. 2-4 Coarse chips of Siinoki.

Fig.2-1~4から、それぞれのチップのおよそのサイズを確認できるが、Fig. 2-2を除く3種のチップについては、電磁式ふるい振とう機を使って粒子の分別を行いFig. 3に示すように各粒子径の重量分布を計測した。

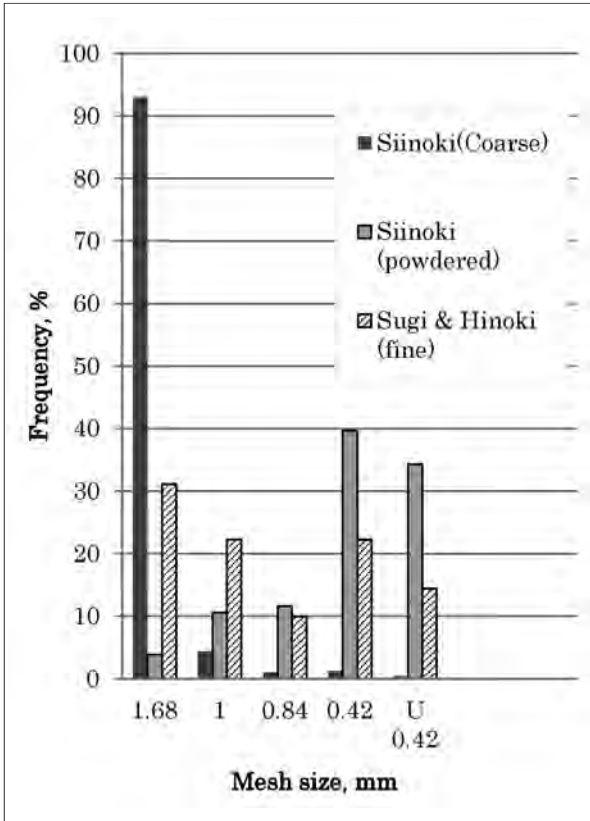


Fig. 3 Particle-size distribution of wood chips used for the impact tests.

また、実験に用いたこれらチップのかさ密度はFig. 4に示した。針葉樹材であるスギ・ヒノキのチップは広葉樹材であるシイノキのチップに比べるとそのかさ密度は低く、およそ半分ほどである。これは針葉樹材そのものの密度が広葉樹材に比べると低いことによる影響が大きい。さらにチップサイズが大きなスギ・ヒノキ粗目のチップのかさ密度は4種の中で最も低かった。

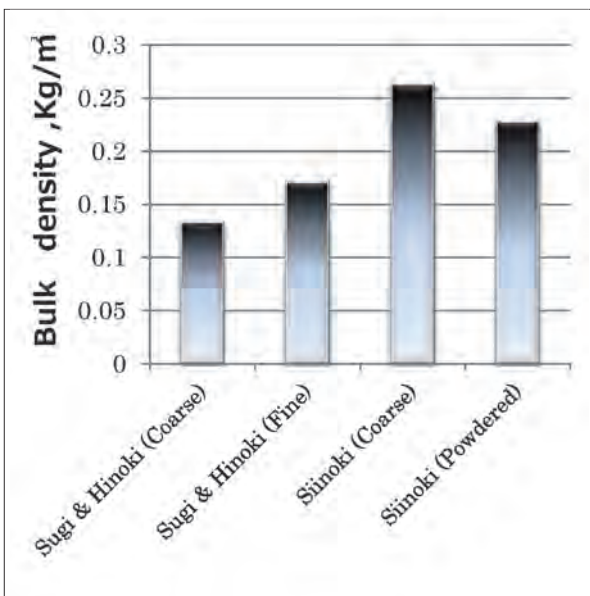


Fig. 4 Bulk density of each wood-chips.

2. 2 計測装置およびチップの堆積方法

実験にはFig. 5に示した衝撃センサー(シート型変動荷重センサー:計測サポートシステム製⁷⁾)を使用した。これは圧電フィルムを用いた、面外に柔軟性を有するシート型変動荷重計測センサーで、荷重負荷面積の影響をほとんど受けないという特徴がある。これを今回は衝撃力の測定に適したセンサーとして採用した。

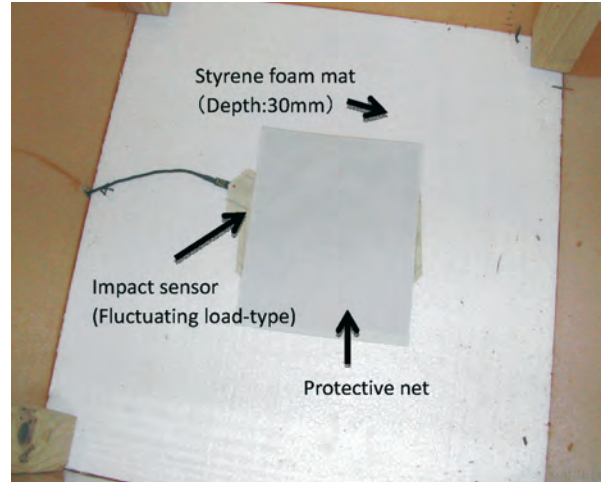


Fig. 5 Fluctuating load-type impact sensor.

Fig. 5は床面へのセンサー設置状況を示している。センサー下には、ボーリング球落下時にセンサーが床面との間で圧縮破壊されることからセンサーを保護するため、床面(コンクリート+ビニルタイル)上においた48×48cmのチップ堆積用容器(Fig. 6)の底の部分に発泡スチロールマット(厚さ30mm)を設置した。木材チップはこのチップ堆積用容器のなかに、厚さをかえて堆積させた。

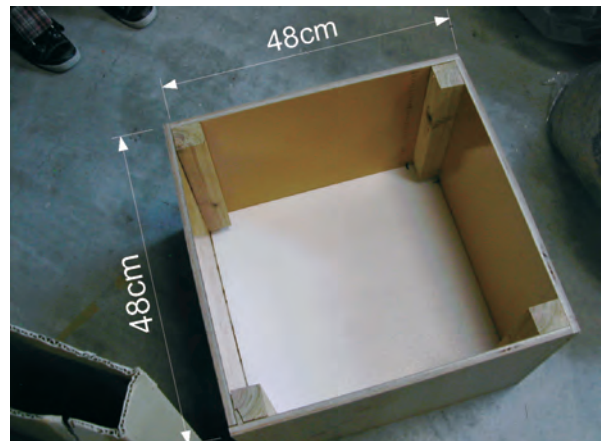


Fig. 6 A container in which wood-chips were thrown.

2. 3 実験条件

衝撃源としてFig. 7に示した直径218mm、重量4.8kgのボーリング球を使用した。



Fig. 7 A bowling ball the impact force was given to chips by falling it at some heights.

ボーリング球はFig. 8に示すように落下高さを10 cm刻みで変化させ、堆積厚さを5 cmごとに覚えて積み上げたチップ上に落下させた。落下時の衝撃力は、衝撃センサーをチップ下においた場合、ならびにセンサーをボール上端に貼り付けた場合の両場合について測定した。

センサーで検知される衝撃時の電圧パルスは、AD変換して専用ソフトでパソコン上に取り込み、その電圧波形からピーク時の電圧を読み取り、センサーの校正曲線に従って、これを衝撃力値に換算した。

データの取り込みと表示は、キーエンスデータ収集システムNR500およびノート型パソコンにより行った。

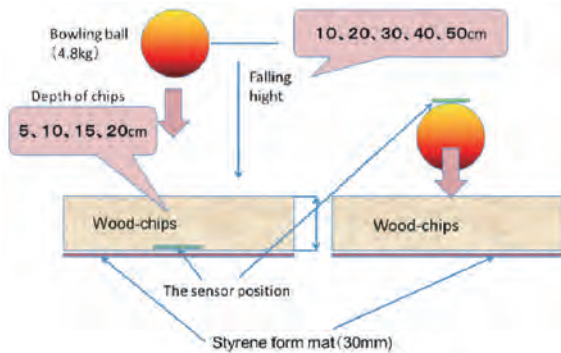


Fig. 8 Experimental conditions of the impulsive test.

3. 結果と考察

3.1 チップの大きさ(かさ密度)と衝撃力

硬い地面より柔らかな地面の方が衝撃の吸収効果は高い。従って、チップ間に存在する空隙の大小は衝撃力の緩和に少なからず影響を与えらる。そこで、今回実験に用いたチップから、スギ・ヒノキの粗目と細目およびシイノキの粗目チップを選び、各チップ厚さを20cmとし、その上に高さ40cmからボーリング球を落下させた時のチップ下部においた衝撃センサーが受ける衝撃力の大きさ(チップを通して伝わる衝撃力の大きさ)を測定した。結果はFig. 9に示した。

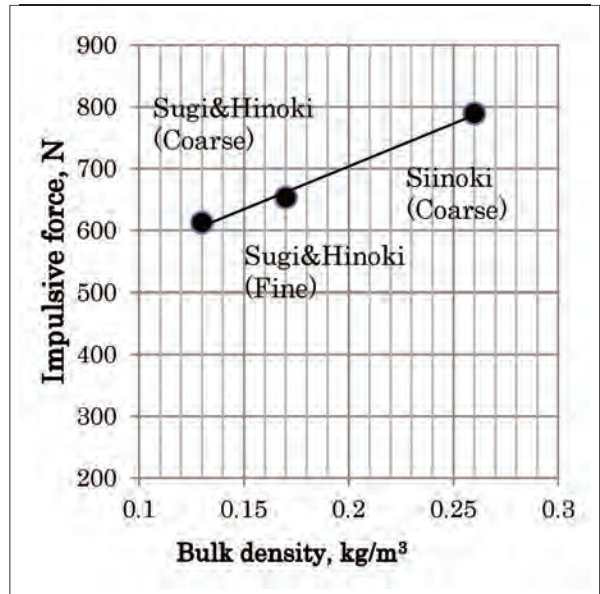


Fig. 9 The effect that the bulk density of chips gives to the impulsive force.

あらかじめ想定されたように、チップのかさ密度が小さくなると衝撃力の大きさもほぼこれに比例して減少することがFig. 9の結果から明らかとなった。

3.2 落下球の高さと衝撃力

衝撃を与える物体は、その位置エネルギーの大きさ(質量が同じ場合は落下高さ)に比例して落下時の衝撃力の大きさが変化する。木材チップが吸収するエネルギーが、衝撃時に受けるエネルギーの大きさとどのように関係するのかについて、ボーリング球の落下高さを変化させた時にチップが受ける衝撃力の大きさを、チップ堆積厚さごとに計測した結果を、Fig.10とFig.11に示した。

これらの結果から明らかのように、チップ下部に置かれたセンサーの受ける衝撃力は、衝撃を与えるボールの落下高さが増すと、いずれのチップ堆積厚さの場合に対してもほぼ直線的に増大する。また、実験を行った2種類チップのそれぞれの実験値を近似する直線の傾きもほぼ同様であった。

つぎに、衝撃センサーをボーリング球上端に貼り付け、チップ堆積厚さをかえた時にボールが木材チップに当たった瞬間のボールが受ける衝撃力の大きさを計測し、チップ厚さが衝撃吸収力にどう影響するかについて検討した。

Fig.12に示した結果は、ボーリング球を高さ40cmからスギ・ヒノキの粗目チップ上とシイノキ粗目チップ上に落下させた時の、ボーリング球上端に貼り付けたセンサーが検知する衝撃力の大きさを、チップ堆積厚さを10cm, 20cm, 30cm, 40cmにして測定した結果である。

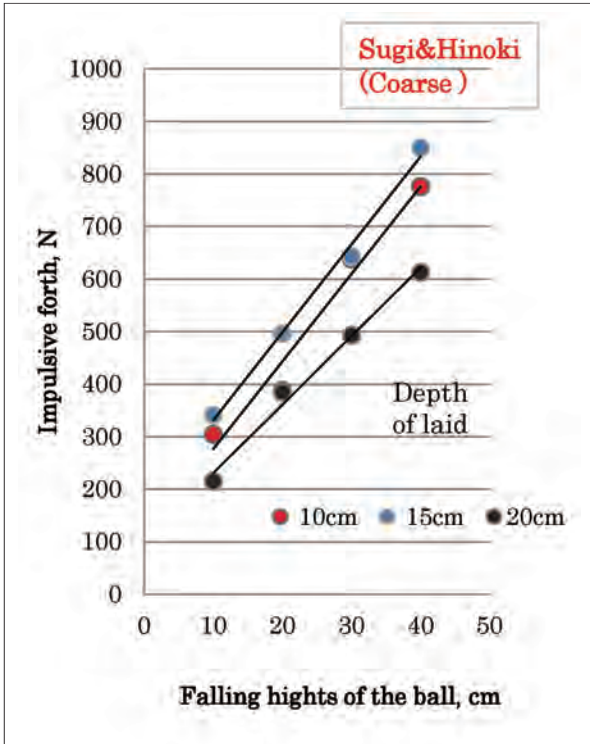


Fig.10 The effect that the falling height of the ball gives to the impulsive force of piled chips(Sugi & Hinoki coarse chips).

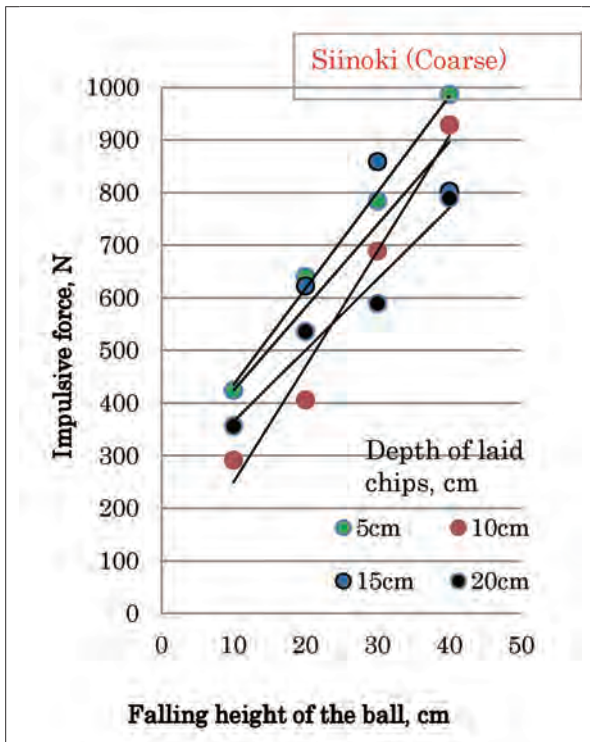


Fig.11 The effect that the ball height gives to the impulsive force on the piled chips (Siinoki coarse chips).

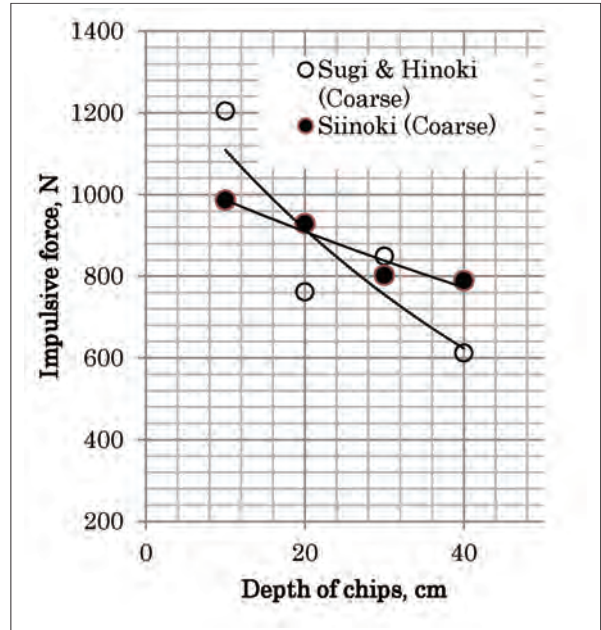


Fig.12 The effect that the depth of wood-chips gives to the impulsive force. The impact sensor was put on the top of the ball.

図は、2種類の木材チップについて得られた結果を示しているが、チップの堆積厚さが増えると衝撃吸収力が増すこと、また、衝撃吸収効果はチップ堆積厚さが20cm~30cm付近を境に、かさ密度の低いスギ・ヒノキのチップに大きく現れることが明らかとなった。

3.3 木材チップのあるなしによる衝撃吸収効果

床面に木材チップが敷かれることによって、チップが敷かれていない場合に比べてどのくらいの衝撃吸収の効果が期待できるかについて、落下面が厚さ30mmの発泡スチロールマットだけの場合、およびその上に堆積厚さ10cmでシイノキチップを敷いた場合について、ボーリング球の落下高さを変えてその衝撃力の大きさを測定した。センサーはボーリング球上端に貼り付けた。落下物体が受ける衝撃力の大きさはFig.13に示した。チップの敷かれた上に落下したボーリング球の衝撃力は、無い場合に比べて小さく、落下高さによる影響はチップが敷かれていない場合のおよそ半分になることがわかる。

4. 結論

林地残材や未利用木材資源を効率的に処理する方法として、木材はしばしばチップ化される。木材チップの一利用方法として、このチップを地面に堆積することによる衝撃吸収材料としての活用を検討した。

印南町で生産されるスギ・ヒノキ(針葉樹)のチップおよびシイノキ(広葉樹)のチップを使って、材料の大きさ(かさ密度)や堆積厚さが衝撃吸収にどのような効果をもたらすかについて、その衝撃力の大きさを変え

ながら検証した結果、以下のことが明らかになった。

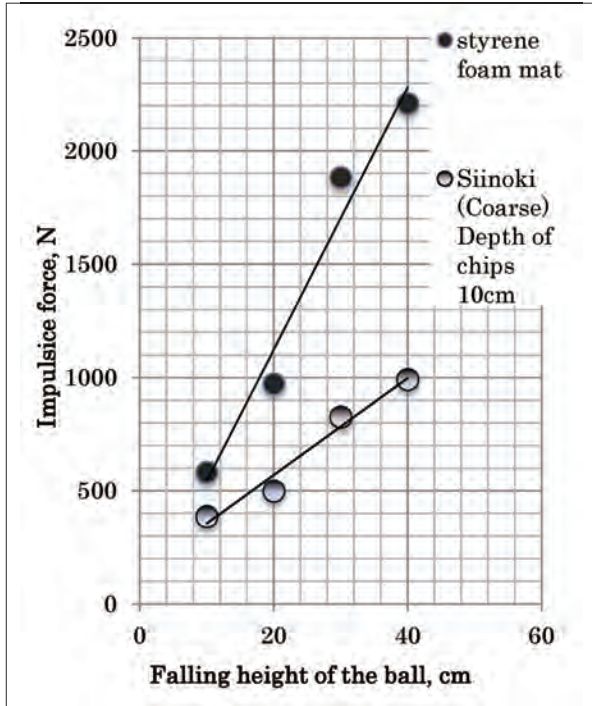


Fig.13 The effect of wood-chips piled on the floor to the reduction of the impulsive force.
The impact sensor was put on the top of the ball.

1. 衝撃力が大きくなると、チップの大きさや堆積厚さにかかわらず、衝撃吸収力はほぼ直線的に低下する。
2. 衝撃吸収力の大きさにはチップのかさ密度が関係する。かさ密度が小さいものほど衝撃吸収の効果は高い。
3. 衝撃吸収力はチップの堆積厚さにほぼ比例して大きくなる。
4. 木材チップがわずか10cmの厚さで敷かれることによって、チップがない場合に比べて衝撃吸収効果は約2倍に向上する。

文献

- 1) 印南町ホームページ
<http://www.town.wakayama-inami.lg.jp/>
- 2) 池際博行, 湯川和幸, 石橋幸四郎: 和歌山大学教育学部附属教育実践総合センター紀要, No21 (2011), pp.153-156
- 3) 芝木邦也, 杉山喜一: 木材工業, 42(2), 77-80 (1987)
- 4) 杉山喜一, 芝木邦也: 木材工業, 144(7), pp.338-341 (1989)
- 5) 小野英哲, 横山裕: 日本建築学会構造系論文報告集, 373号 (1987), pp. 1-8
- 6) 日本道路協会編: 舗装試験法便覧別冊-暫定試験方法「1-3-2T 弾力性試験方法(ゴルフボール反発係数, スチールボール反発係数)」, 日本道路協会 (1995/10)
- 7) 有限会社 計測サポートシステム:
<http://www1.megaegg.ne.jp/~keisokusp/>