

第 5 章 輸送環境調査データの蓄積及び分析

本 JICA 開発調査の中で 2005 年 2 月のアルゼンチンにおけるデモンストレーション調査が実施された。その後、集中的に各国で実施されてきた輸送環境調査の収集データは基本的には生データ(Raw Data)として、プロGRESSレポート時にも JICA 調査団/カウンターパート間において合意されたデータ分類に基づいて蓄積された。その後、データ解析作業が JICA メルコスール解析手順(SAVER3 版)によって続けられた。包装試験評価基準値の設定を目標に、メルコスール・コーディネーター(アルゼンチン・INTI)を中心として調査団とカウンターパート間の集中作業の結果、JICA 調査団は基準値の設定(暫定)を完了させた。

5.1 メルコスール・データベース構築

はじめに

2006 年 2 月 16 日に開催された 4ヶ国合同会議にてプロGRESSレポートで合意した図 5.1-1 の分類方向で、各カウンターパートの組織内のコンピューター・システムのキャパシティでは、ソフト、ハード、人材確保の様々な面で直ちに軌道に乗せることは難しく、基本的なアイデアを記述することと第 10 章にて将来の展開について述べることにした。

JICA「アルゼンチン、ブラジル、パラグアイ、ウルグアイ国メルコスール域内産品流通のための包装技術向上計画調査」において、収集・解析した画像や数値データなど多種多様な情報(総称として以後「資材情報」とする)をデータベース化し、ネットワーク公開することは輸送包装技術向上に広域的に役立つ重要な知的基盤となる。

5.1.1 データベースの用途

データベース構築に当って、データベースの用途は主に下記の 2 点に分かれる。

- 1) 専門知識の学習など、情報の取得のみを目的とする受身的に利用
- 2) データベースで公開された画像やその他の情報を他の研究、教育、あるいは企業活動に積極的に利用

上記 1)は、一般のウェブページを利用するのと同じで、今回のデータベースとしての利用はむしろ上記 2)のケースで、データベースとしての特徴が発揮される。この場合、データを提供する側は資材データとして利用可能な十分に質の高いデータを準備する必要がある。また 2)の場合、公開された画像や資材情報等の二次利用、即ち公開された情報をダウンロードし、それを学会発表用

のスライドやポスターあるいは印刷物や CD-ROM、ウェブページの一部として利用する等である。それは研究や教育など非営利活動目的の場合もあれば、商用目的で利用される場合もある。いずれも『著作権』に十分配慮する必要がある。

5.1.2 利用者層の拡大とそれへの対応の必要性

資材データベースには包装技術分野での様々な用途が考えられるが、そのデータベースの利用者も様々である。ネット上で公開された情報は、あらゆる人々の目に触れる可能性がある。また、それに応じて利用者からの様々な問合せや要望が寄せられるようになるが、それらにいかに対応していくかも重要である。

5.1.3 有用なデータベースとは

重要なことは「実際に役に立つものを作る」ことである。情報が伝達されるためには媒体が必要でユーザは最も利用しやすい媒体を通じて情報を得ようとする。ネット上で公開する意義のある情報となり得るのは、従来のメディアでは発信できなかったものであれば良い。また、当然であるがデータベースは出来てしまえばそれで終わりでは困る。データベースの有用性を維持するためには常にデータの追加と修正を行うとともに、利用者の要望や批評を受け入れて、より有用なデータベースとなるよう常に改良に努める必要がある。

5.2 データベース作成上の留意点

5.2.1 データベースの構成

(1) 専門外及び一般向情報提供

一般の利用者が多数アクセスしてくるので、データベースの構成として専門家向けの内容のみでなく、可能な限り、専門外並びに一般に利用しやすい解説、レイアウト、メニューなどの工夫が必要である。また「専門家向」と「一般向け」に別メニューを作ることも必要である。そしてアクセスするユーザ側に立って考えることが重要である。

(2) データの二次利用について

ネット上にある情報は誰にでも簡単にアクセスできるし、同時に簡単にダウンロードすることができる。そのためには当然「著作権の壁」を乗り越えなくてはならず、必ず著作権の了解を得なければならない。

(3) ファイル名及びファイル配置について

個々のファイルの名前の付け方や、そのファイルを何処に置くかにデータベースを作る際に注意しなければならない。一般にウェブサイトの場合は公開後も継続してデータが追加されなければならないので、スタート時点でファイル配置やファイル名の付け方を適正に行う必要がある。また、適正でなく途中で配置を変えることが不適切であるということは、公開されたデータ(html ファイル)はやがて外部の検索エンジンによって収集され、それに多くの人々が検索エンジンを介して各々のデータにアクセスしてくる。

そして、一般のウェブサイトにも共通して言えることは、今回の輸送包装技術分野のようにいずれは大量のデータを扱うようになる資材データベースの場合は特に注意する必要がある。ファイルの配置については、画像(地図、道路状況写真、等)などの実地収集資材データと解析成果を含むテキストデータはなるべく別のディレクトリー(又はフォルダ)に分けておいたほうが良い。一つのディレクトリー(又はフォルダー)に数百、数千のファイルを配置すると、ファイルの管理が容易ではなくなるので、あらかじめ一定数を越えた時は、新規ファイルは別ディレクトリを作って配置するなどの対応を決めておいたほうが良い。

5.2.2 閲覧ソフトと検索エンジン

(1) データベース閲覧ソフトとしての WWW ブラウザ

インターネット上にあるデータベースでも専用の閲覧ソフトを利用する場合もあるが、一般には WWW ブラウザ (Netscape、Internet Explorer 等) を使って、データベースを利用するケースが圧倒的に多い。ネット上で公開されるデータベースは専用の閲覧ソフトではなく、一般に広く普及している WWW ブラウザで利用できるのが望ましい。

(2) WWW ブラウザ、HTML ファイル、検索エンジン

WWW ブラウザで利用できるということは、そのデータベースの最終的な出力形式が HTML ファイルであることを意味する。しかし、ネット上で公開されているデータベースの中には以下の 2 種類がある。

- a) データベース本体は専用のデータベースで管理し、ネットワークを経由してきた利用者の求めに応じてその都度 HTML ファイルを自動的に作成して発信するという形式
- b) はじめから全てのデータを HTML ファイルの状態ですーバに配置してある形式

但し、全ての HTML ファイルは検索エンジンによるデータ収集が可能なようにリンクによって一つにまとまっていなければならない。

5.2.3 HTML ファイルの設計

(1) 閲覧用ソフトによる見え方の違いを極力なくす

HTML は ISO 標準 8879 として承認された SGML (Standard Generalized Markup Language) を参考にして作られている。SGML 自体、非常に複雑な内容からなるが、それを簡略化して実際に使いやすいもののが HTML である。

また、色々な機能上のトラブルを避けるためには、あまり最新の機能は使わず、凝った表現方法は極力避け、長年利用され、広く普及したもの、つまりは基本的、一般的な HTML の書式を使ってウェブページを作成するほうが良い。

(2) メタデータの必要性について

近年ネット上で公開される情報が増大するにつれて、検索エンジンを使っても的確な検索が出来ないことが多くなってきている。この対策として、現在インターネットの世界では HTML ファイル毎にその内容を的確に示すキーワード (メタデータ: データについてのデータ。そのデータに関連する情報) を挿入することが推奨されている。

5.2.4 ラボラトリーテスト、実送道路状況等の情報としての質の維持

一番重要なのは、発信される情報の利用価値の高さである。

(1) 高精細画像の提供

一般のウェブサイト画像(写真など)を貼り付けたウェブページが無数に見られるが、そのほとんどは画面上で画像を見ることのみを目的として作成されている。そして拡大率もせいぜい2×2、4×4倍程度しかない。また、印刷すると粗すぎて、これは印刷(あるいは写真)の解像度(600dpiまたはそれ以上)がモニタ画面の解像度(72dpi)にくらべて圧倒的に高いことが原因である。印刷に耐える画像を提供するには、モニタ画面に表示させた画像の少なくとも8×8～16×16倍程度の大きなファイルサイズのものを用意する必要がある。これを実現するためには、例えばイメージスキャナで写真などから画像を取り込むのであれば、プリンタと同じ解像度、即ち600dpiまたはそれ以上の設定で画像を取り込めばよい。

(2) 画像の客観性

一般のウェブサイトで画像を公開するのであれば、画像の美しさや、人目を引く何等かの要素を含んでいることも大切で、自然の写真であっても、画質を変えるなど修正を施すこともある。

(3) 明度・色調

写真の撮影～現像時の条件やデジタル化される際の設定の違い、顕微鏡写真等の色調の変化は補正したほうが良い場合もある。

5.3 データベース作成後から公開まで

5.3.1 リンク及び文法チェック

ウェブページの作成後、ネット上で公開する際には、可能な限り HTML ファイルに記載された内容のチェックをすべきである。すなわち、他のウェブページないしは画像等へのリンクが正しく記載されているか(リンクチェック)、あるいはその他の HTML 文書の記載に間違いはないか(文法チェック)の確認である。

5.3.2 ブラウザによる見え方の相違の修正

WWWブラウザによってHTMLファイルの出力効果(モニタ画面での表示)が異なる場合が多い。これは HTML ファイルを設計する際の注意点でもあるが、ウェブサイト全体が完成した段階でも、改めてブラウザが異なってもなるべく同じように見えるように全体を再検査すべきである。

5.3.3 DNS(Domain Name Server)参照機能の功罪

ユーザ側からすれば、アクセスした先のウェブサーバからは素早いレスポンスが返ってきて欲しいと望むのが当然である。ウェブサーバ管理者としてはサーバの利用状況を知るために、どこから、どれだけのアクセスがあったかを記録したいと思う。ここでインターネットに接続された各サイトの名前の情報を提供する機能を持ったサーバが DNS である。この参照機能を活用することにより、レスポンスの遅れが生ずることがある。何れが良いかは、ウェブサーバ制作者自身が DNS 参照するか、しないか、であり、外部からアクセスした場合にどの程度のレスポンスの遅れが生ずるかを確かめる必要がある。

5.4 データベースの公開以後

5.4.1 ウェブサイトの周知法

ネットワーク(インターネット)に接続したコンピュータ上でウェブサーバを稼働させ、そこにどのようなデータがあるかを世界中の人が知りうる状態にしなければならない。そこでウェブサーバの存在を世界中に知らしめる最も一般的な方法は次の 2 つである。

- a) 検索エンジン(Google、Alta Vista、Infoseek 等)へのデータ収集依頼
- b) ディレクトリーサービス(Yahoo 等)への登録

その他にすでに周知されている研究機関のウェブサイト(ホームページ)にリンク付けをしてもらうことにより、利用者がアクセスしてくる手段もある。

5.4.2 サーバマシンの維持・管理

(1) 維持管理への備え:短期的課題

サーバを開設した後は、安定した情報を発信し続けられるよう、様々な協力を払う必要がある。先ず短期的にはサーバは 24 時間年中無休で稼働させるべきである。そして専門分野サイトであれば可能な限り、その内容を国内のみならず、全世界を対象として発信すべきである。その場合、ユーザからのアクセスは 24 時間、かつ 1 年中続く可能性が高く、それに期待すべきである。また、停電等に対しては、速やかに復帰のためのサーバ自動再起動の設定を忘れず、さらにサーバマシンの故障に際しては、予備のマシンを予め用意し、サーバが故障する前にその中身を予備のサーバマシンへコピー(バックアップ)しておくことが望まれる。

(2) 維持管理への備え:長期的課題(将来展望として)

1) 永続性の確保

今回のような包装技術分野の情報の維持管理にとって、その永続性は不可欠の要素である。

2) 検索エンジンによるデータ収集への対応

公開したデータベース(ウェブサイト)の存在を世界中の人々に知ってもらうために検索エンジンに登録すると、やがて検索エンジン側からデータ収集を目的としたサーバへのアクセスが始まる。この場合、検索に必要なのはテキストデータ(html ファイル)だけなので、検索エンジンの場合は、画像ファイルへアクセスすることなく、連続してひたすら html ファイルのみをダウンロードしていく。このことで容易に検索エンジンによるデータの自動収集とヒトによる利用との区別がつかう。

ただし、検索エンジンが続けざまにアクセスすると、その間、他の利用者からのアクセスへの応答が遅れる恐れがある。そのため、通常は、他のアクセスの邪魔にならぬよう、検索エンジンからのアクセス(データ収集)は、一定の間隔をおいてゆっくと起こるように設定されている。

しかし、検索エンジンによるデータ収集は、Google や AltaVista など一般に知られた検索サイトだけが行なっているわけではない。近年は様々な研究機関や民間企業が、各々独自の目的で検索エンジンを稼働させデータ収集を行なうようになっている。これらの検索エンジンは、ウェブサイト制作者側が登録しなくとも、他のウェブサイトにつけられたリンクや他の検索エンジンにある情報をもとに、各ウェブサイトの存在を知ってやってくる。

継続的データ収集が行われるとその間は、既述したように、他からのアクセスへの応答が極端に遅くなったり、ときにはまったく応答不能になることもある。このような事態はまれであるとはいえ、これに気がついた場合は、ウェブサーバ用ソフトにある、そのような検索エンジンからのアクセスだけを拒否する設定を利用するか、直接、その検索エンジンを稼働させている管理者に連絡してアクセスを中止するよう要請するなどの対策をとる必要がある。

5.4.3 データ更新の際の留意点

ウェブサーバを構築する場合、比較的単純なファイル構成でサーバをスタートさせ、公開を続けながら徐々にデータ追加・更新していくのも一つの手段である。今回の包装技術向上計画調査に基づく、輸送環境調査の収集データ、解析データはかなりの容量となっており、将来はかなりの量のデータが追加、蓄積される。

(1) ファイルの再配置、ファイル名の変更は極力避ける

ファイルは、その種類、内容ごとに異なるディレクトリーに仕分けし、場合によってはサブディレクトリーといった異なる階層を用意してデータの配置を分かりやすいように工夫したほうが良い。しかしながら、サーバを公開してからある程度経過しているとサーバにあるデータは検索エンジンによって収集され、利用者の多くが、その検索エンジンにある情報を基にサーバへアクセスしてくるようになる。このため、不用意にサーバ内のファイルの配置を変えたり、ファイル名を変更したりすると、ユーザがアクセスできなくなってしまう、せっかく認知度を上げてきた過程が無駄になってしまう危険がある。したがって、データベース構築の比較的初期の段階で将来、ファイルが増えた場合は、ディレクトリーの追加、階層化等によって、新規ファイルを追加できるように、ファイルの配置や名前を変えずに済むように予めファイルの配置を考えておく必要がある。

(2) サーバのアドレス変更も極力避ける

サーバのアドレス(ドメイン名)は不用意に変えるべきでない。サーバ管理者の異動、研究所の組織変更などの際は、情報センターへ依頼して旧ドメイン名でもアクセス可能なようにドメイン名の読み替え(旧→新)を移行措置として実施すべきである。

5.4.4 利用者との交流

ネットワークは情報の流れが双方向性である点が従来のマスメディアとは異なる大きな特徴である。したがって、データベースを公開する際には、一方的に情報を発信するだけでなく、利用者からの意見や要望を受信する体制をとっておくことが望ましい。それは、利用者からの意見(批評)や要望を受けることによって、データベースをより役立つもの、実用性のあるものへと改良していくことができる。

(1) 利用願いへの対応

資材データベースの場合、もともと資材情報を利用してもらうために公開をするのであるから、利用者からの要望として一番多くあると予想されるのが、公開した画像等の資材データの二次利用願いである。

この場合、教育や研究などの非営利目的の利用であっても、画像などが著作権者に無断で利用されるのは好ましいことではない。かならず事前に了解を得よう利用者に要請すべきである。その意味では利用希望者向けに、著作権の告知を行なうとともに、どのように利用願いを出せばよいかを説明する ウェブページを作っておいた方がよい。

商用目的(営利目的)での利用願いの場合は、非営利目的の場合以上に、きちんとした対応をとる必要がある。そのためには、単にメールのやりとりで処理するのではなく、きちんとした契約書(利用許可書)を取り交わすべきである。

(2) 掲示板の利用

この他、利用者が増えるにつれ、利用者から届く質問や意見は、類似した内容のものが多くなる可能性が高い。その場合、個々の質問や意見に個別に返事を書いていたのでは対応しきれなくなるので、過去に届いた質問や意見の内容とそれへの対応を Q&A 形式でまとめてウェブページ化しておくか、あるいは、掲示板形式のウェブページを準備して、個々の利用者とのやりとりを他の利用人も閲覧できるようにするのが良い。こうすれば、同じ内容の質問が繰り返されるのを減らすことができるはずである。

5.5 著作権について

資材データベースは、その公開した資材情報を輸送包装技術関連分野、その他に役立ててもらふのを目的とする。そのような積極的利用が盛んになれば、資材データを公開した目的が果たされたことになるし、その資材データベースが輸送包装技術関連分野に欠かせないものとしてその存在意義が高まったことになる。

しかし、気になるのは著作権である。利用してもらえるのは嬉しいが、それが著作権者に無断で行なわれるのは好ましくない。利用者側は「著作権者に断らずに利用してよい」と明記されていないかぎり、利用する前には著作権者の了解を得る必要がある。

また、仮に上記のような断り書きがあったとしても、著作権まで放棄しているわけではないので、他のウェブページや印刷、講演会など、公の場で使用する際には、著作権者が誰であることを明記すべきである。

5.5.1 著作権の告知／利用案内

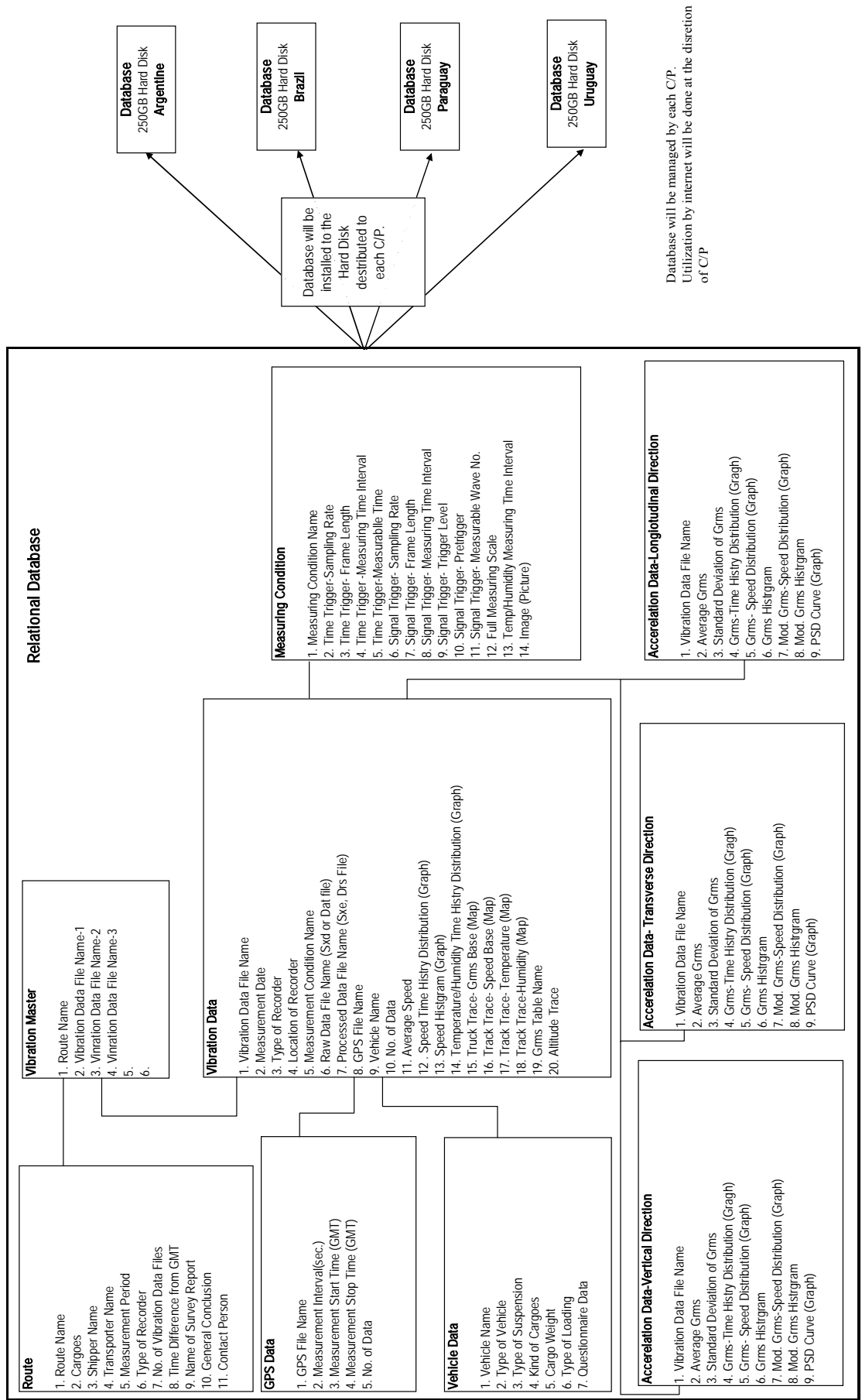
利用者への配慮として、著作権に関する説明は付けた方がよい。利用者が画像等を利用したいと考えても、どのような手続きで著作権者の了解を得ればよいのかがわからなければ、利用することを諦めてしまう可能性もあるからである。すなわち、資材データをより積極的に利用してもらふ意味でも、著作権に関する説明(利用条件、使用許諾願いの書き方など)はあった方がよい。

また、既述したように、利用者の多くは、検索エンジンを使ってアクセスしてくるため、データベースの入り口からではなく、データベース内部にある(入力したキーワードが含まれる)ページに直接アクセスしてくる。したがって、データベースのメニューページ(いわゆるホームページ)だけで著作権の告知を行なっても無意味である。著作権の告知は利用可能な資材情報(画像等)が含まれるすべてのページで行なう必要がある。(ただし、告知の詳細な内容をすべてのページにつけるのは無理なので、著作権の告知に関するページを別に作り、各ページでは簡単な **copyright** の表記を行なって、詳細はそのページを参照できるようにリンクを付ければよい。)

こうしておけば無断使用される危険性をかなり低く抑えることができるはずである。

5.5.2 有料か無料か

一般の場合、使用を認めてもらう際には著作権者に使用料を支払う、すなわち有料であることが多い。だが、公的な研究機関にある資材データベースの場合は、公的資金を使って制作されているので、極力無料で使用を認めるべきであろう。有料にする場合(とくに営利を伴う場合は)、監督官庁の許諾を得る必要がある。



Source: JICA 調査団

図 5.1-1 収集・解析データ分類

第 6 章 包装試験基準値設定(ガイドライン)

第6章 包装試験基準値設定(ガイドライン)

2006年2月16日の第2回4カ国合同会議(於:ブラジル・カンピーナス)において、包装試験基準値設定について協議し、グレード別「包装試験評価基準」が合意承認された。輸送環境調査における収集データの解析結果を基に、どのような手法と技法により、発展させ基準値を設定するかが今後の課題である。

表 6-1 試験評価基準を区分するグレードと道路構成比率(例)

ルートのグレード	道路のタイプとその構成比率			
	A (Good)	B (Medium)	C (Bad)	D
Grade 1	100%			
Grade 2	80%	10%	10%	
Grade 3	60%	20%	20%	
Grade 4	40%	30%	30%	
Grade 5	20%	40%	40%	

Source: JICA 調査団

6.1 基準値設定の手順

JICA 調査団は第3年次の業務を遂行するに当たり、プロGRESSレポートのカウンターパートとの合意を基に、輸送環境調査収集データ解析結果と合わせて以下のような「メルコスール基準値設定の手順(案)」を示し、各国カウンターパートとの間に協議を重ねた。またJICA 調査団が第3年次業務計画を作成している最中に、カウンターパート側コーディネーターより2006年3月29日の本邦技術研修の途上での議論を基に、カテゴリーの区分方法とPSDカーブの合成及びアルゼンチン運輸省・道路局の基準を参考にした輸送環境調査ルート別道路評価などが提示された。これはJICA 調査団提示の基準値設定手順における道路状態の評価及び、合意の項目と一致するものであり、手順の中に組み入れて協議を実施した。

メルコスール基準値設定の手順

プログレスレポートにはJICA調査団より、輸送ルートを次のようなグレードに分けて試験評価基準を定めるよう提案した。

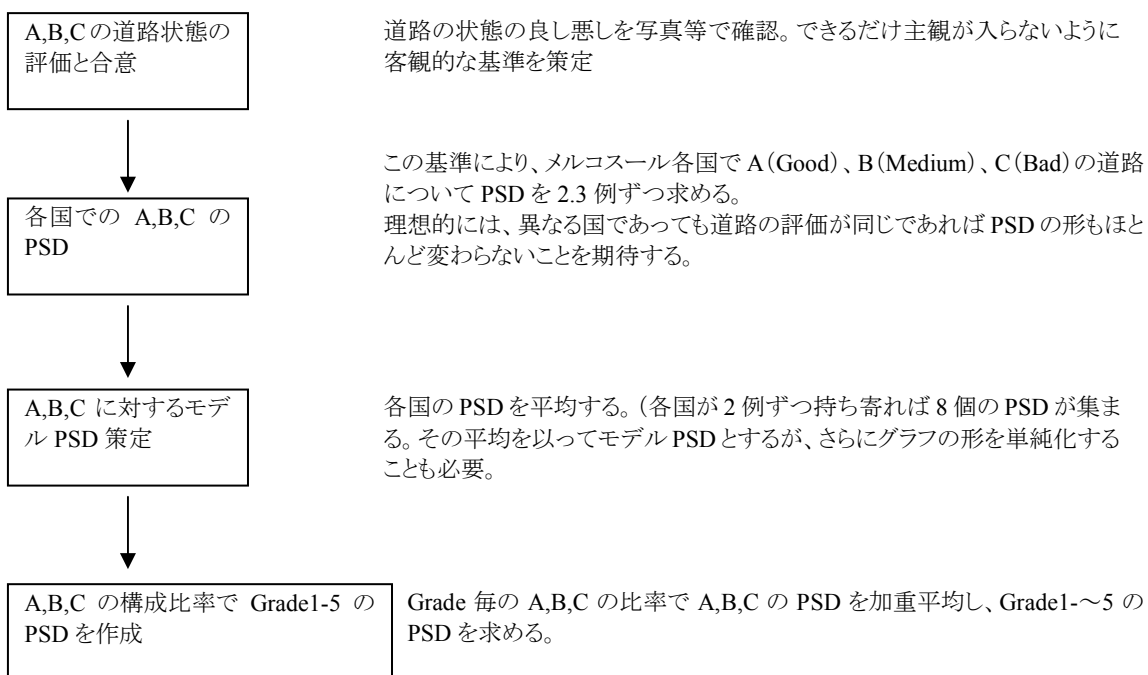
ルートのグレード	道路のタイプとその構成比率			
	A (Good)	B (Medium)	C (Bad)	D
Grade 1	100%			
Grade 2	80%	10%	10%	
Grade 3	60%	20%	20%	
Grade 4	40%	30%	30%	
Grade 5	20%	40%	40%	

Source: JICA 調査団

但し、A、B、Cの割合は、MERCOSURの道路の実態にあう数字を設定すべきで上記の比率に縛られるものではない。今後の課題である。また、ここでは、Grade 1～5に設定しているが、これも適正な数を今後、カウンターパートが協議して決めていくべきである。

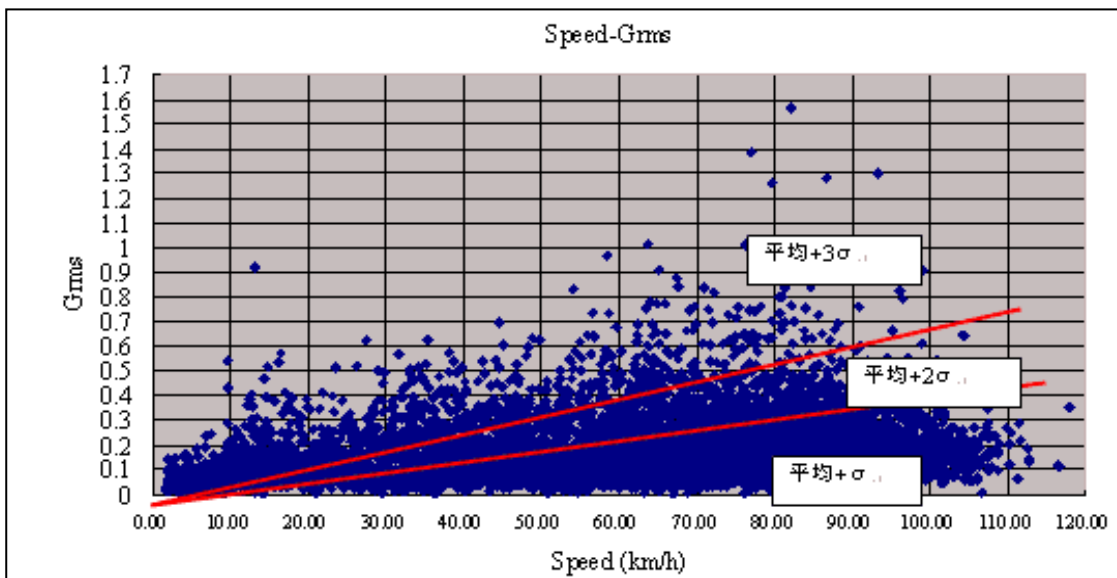
問題は、A (Good)、B (Medium)、C (Bad)の道路条件をどのように定め、そのモデルPSDをどのように定めていくかにある

以下は、試験基準設定手順のイメージを示したものである。



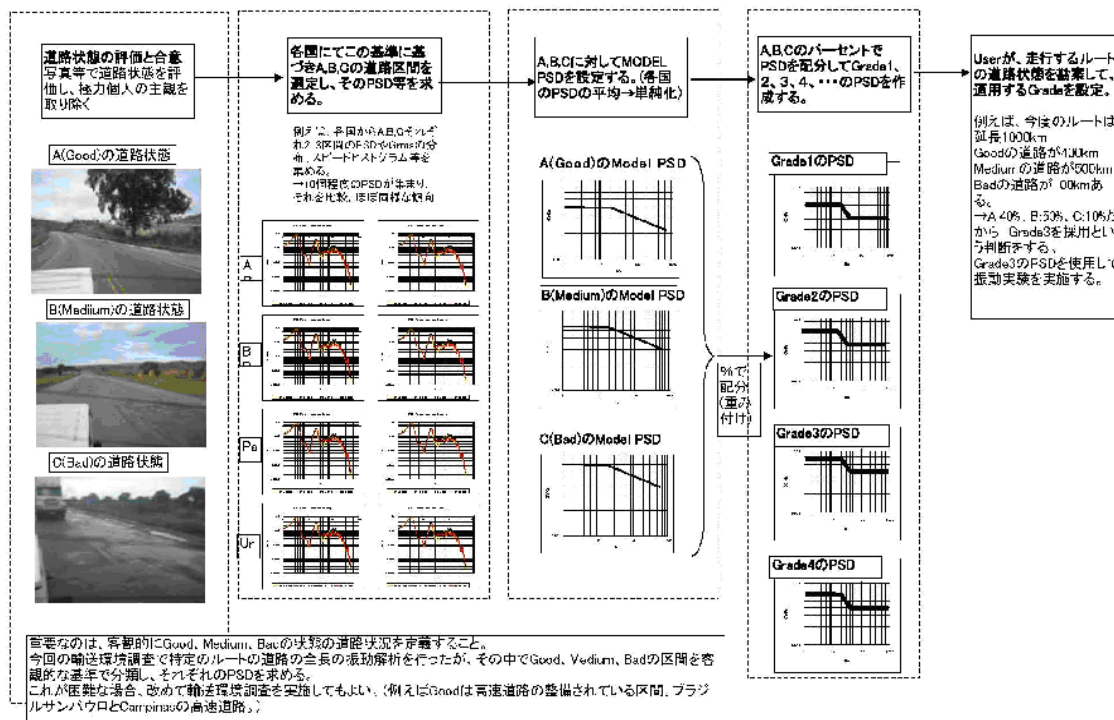
次は、A、B、Cの決め方である。

下図はGrmsの速度分布であるが、ここで σ を標準偏差として平均値+ σ に相当するものがA(Good)、平均値+2 σ に相当するものがB(Medium)、平均値+3 σ に相当するものがC(Bad)になるのではないかという仮説を立て、平均値+ σ のデータだけを取り出し、そのPSDを求めてみる。同様に平均値+2 σ 、平均値+3 σ だけのデータを取り出し、そのPSDを求めてみる。これと、前述のモデルPSDと比較してみる。もし、これがかなり近い形状のグラフであったら、Grmsの分布からも基準値の作成のアプローチができる。



試験評価基準値の策定手順(案)

2006年3月27日



Source: JICA調査団

そして、各国別にカウンターパートと下記の共通認識の基に、各協議後にワークショップ(WS)の形式で作業に入った。

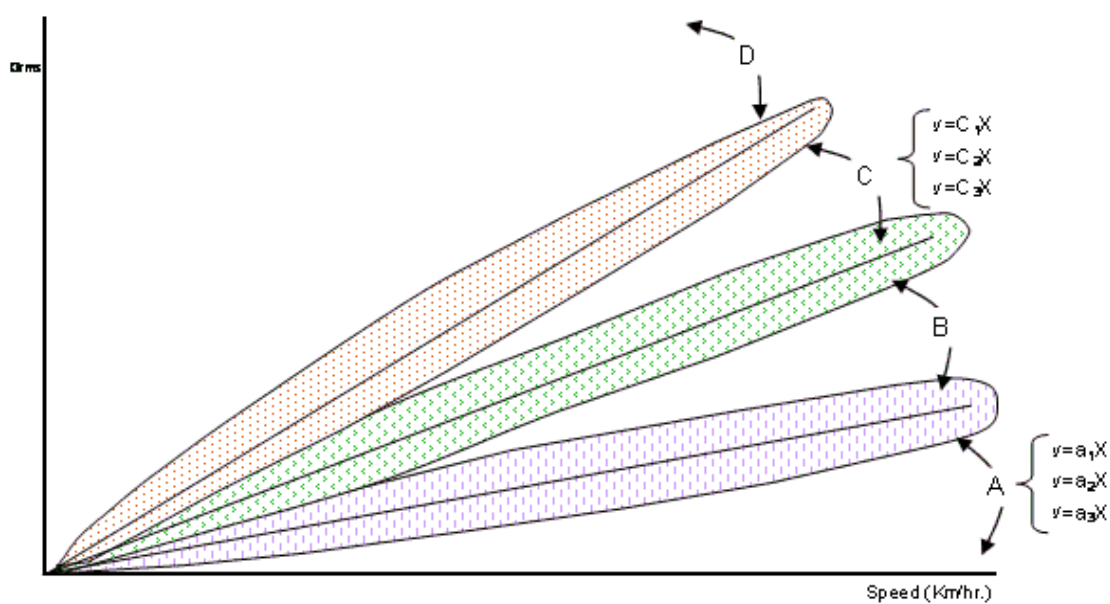
(1) 道路状況評価

- 写真による A、B、C、D の評価区分判定を行う。
- 輸送環境調査の追走記録より評価する。
- 運輸省・道路局の基準より評価する。
- 公式に出されている道路現状情報(道路通行難易度:Transitabilidad)より評価する。

(2) Grms/Speed のエネルギー散布図を作成する。

輸送環境調査の収集データの解析結果に基づいて、下図のような A、B、C、D 区分図を画く。

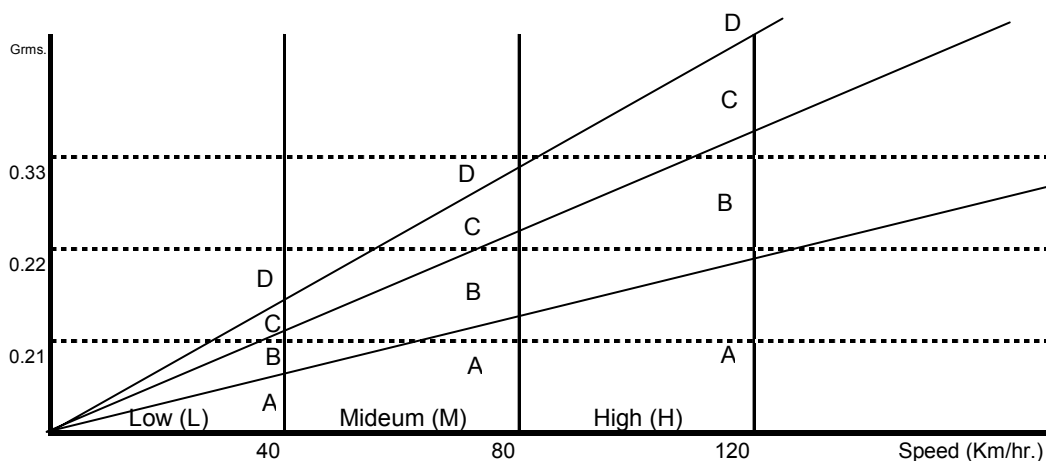
注) ブラジル CETEA における作業で、ブラジルの輸送環境調査では、各ルートで Grms=0.33 以上を削除すると、エネルギー分布図の評価に支障が起り、道路評価として、「D グレード」を設置することが議論され、これを評価基準に取り入れることとした。



Source: JICA 調査団

この分布図で、ルート毎の A、B、C、D 区分比較を求める作業を実施した。

(3) スピードの低・中・高による下記のような PSD を作成する。



上記区分により、A～Dまでのスピード(L、M、H区分)により、12区分のPSDを作成する作業を実施。上記の共通認識に基づく、WS作業の結果、各国カウンターパートより本報告書6.2項に添付したグラフのごとくの結果が提示された。そして、JICA調査団側にて、その分析、評価、検証の結果「暫定値」として、下表のごとくのパッケージ試験評価基準値が設定された。また、各カウンターパートでは収集データの解析、ルート毎の様々な特徴について更なる検証が行われた。

(4) データ収集、解析、検証手法例-1

従来、トラック輸送の環境調査によって包装貨物用振動試験基準を設定する場合は、まず、代表的な路面状態を何種類か選定し、その特定区間のデータを採取・分析し、路面ごとの基本データ(PSD)を整備する。次に、調査対象とする輸送経路には、選定した各路面状態がどのような割合で含まれているかを推定し、これを基に基本データを組み合わせて設定している。

しかし、本JICA開発調査プロジェクトで実施した環境調査方法は、対象とする走行区間の全行程を一定の時間間隔で均等にサンプリング調査し、その分析結果から試験基準を設定することとなったため、従来よりも、遥かに多くのデータを採取することができ、それらから得られる情報を最大限活用できる新たな設定手法を開発する必要があった。

1) データの採取

[1] データは、大容量メモリーを備えた輸送環境記録計により全行程の走行時の振動・衝撃・温湿度が一定の時間間隔で採取できるように、タイマーを設定する。

一方、各採取データが、何時、どこで、どのような走行速度のもとで発生したかが判るようにGPSをセットし、その位置情報を、記録計と同じタイミングで採取する。

データ採取に当たっては、発地、着地、トラックの種類・諸元、積荷の種類、積載量、ドライバーの経験年数その他必要事項を、用意した調査シートに記入する。

データの採取は、必要な周波数成分の値が十分に補足できるように、トリガーの掛かった時刻から1msごとに1024回(約1秒間)実施し、これを1フレームとしてメモリーに格納し、これを、上記で述べた一定の時間間隔で繰り返す方法に拠る。

- [2] データの採取後、記録計のデータとGPSの位置情報とをデータの採取時刻をキーにしてマッチングさせる。

2) データの解析

- [1] まず、ルート全体について、時系列データとして、速度の推移、加速度、加速度実効値(Grms)の推移、GPSデータの地図上へのプロット、走行経路とデータの位置確認などにより、走行状態の全体的な特徴を把握する。

- [2] 更に、速度の頻度分布、Grmsの頻度分布などを、統計的処理により確認し、走行状態を定量的に把握する。

- [3] その上で、これらのデータをエクセルのワークシートにエクスポートし、その図形処理機能を使用して、走行速度とGrmsとの散布図(速度-Grms分布)を作成する。

- [4] 次に、この散布図から、各道路条件に対応する代表的なPSDを設定すると共に、各PSDをどのような割合で組み合わせたらよいかが決めることができる情報を得る。

ここで、次の仮定及びルールを設定する。

- a. 同一条件の道路では、走行速度の増加に伴って、Grmsも増加する。
車両の持つ運動エネルギーは、走行速度の二乗に比例して増大する。
これを、考慮すると、増加の割合は、二次曲線とすべきかもしれない。
しかし、今回は、次の理由から、線形に増加するものとする。
- ・ 高速になるに従って、発生する周波数は高域側にシフトし、かつ、高い周波数成分の割合が多くなると予想される。
 - ・ サスペンションの効果により高い周波数成分ほど減衰する割合が大きい。
 - ・ これらの相乗効果から、直線的に増加するとしても必要な近似度は保てるとする。
 - ・ ただし、これは、今後、検証する必要がある課題と考える。
- b. 道路は、良い(A)、普通(B)、悪い(C)、極悪(D)の4区分にする。
極悪路は、発生する加速度が衝撃的であり、定常的なランダム振動とは言い難い部分を指すこととし、今回は、3倍すると1Gになる、すなわち、統計的にみて、採取したフレームに1Gを超える加速度の存在する確率が1に近くなる領域として、Grmsが0.33Gとなるとここで区切ることにした。

しかし、この値の妥当性については、検証すべき点がある。

すなわち、D領域は、衝撃的な加速度波形が含まれているはずであり、この結果、PSDの分布波形が他のA、B、C領域のものとはかなり異なると予想される。本来は、これが、より明確になるレベルをチェックし設定すべきである。

c. A、B、C領域を決定する。

領域Aの決定

走行ルートの中から、良いと評価できる区間を選び出し、その区間を走行していた時刻から、良い道路で採取されたデータを集める。

集めたデータを、エクセルのワークシートにエクスポートし、そのデータ処理機能により、原点を切る回帰式を求め、回帰係数をチェックする。

ところで、「良い道路」でもB、C、Dに相当する部分が含まれていると考えられる。一方、「普通」あるいは「悪い道路」にもAクラスの部分がある。そこで、良い道路の回帰線の下側をAの領域とする。

領域Cの決定

次に、走行した道路の悪いと思われる部分を選び出し、前項と同様の処理をし、原点を切る回帰式を同じ要領で求め回帰係数をチェックする。

そして、この回帰線の上側を領域Cとする。

領域Bの決定

上記により、散布図は、2本の回帰線と一本の水平線で、4つの領域に区分されている。

すでに、3つの領域は、D、A、Cと命名されている。

残りの領域をBとする。

d. 速度の区分

散布図から、凹凸の多い悪路では、40km以上では、どうしても走れないという状況が伺える。

また、良い道であれば、可能な限り高速走行がなされているようで、中速域で走る区間には、何か理由のあることが推測できる。

よって、これらは、PSDパターンにも何らかの影響を与えるのではないかと考えられる。

そこで、速度(V)についても、低速域($V \leq 40\text{km/hr}$)、中速域($40 < V \leq 80\text{km/hr}$)、高速域($80\text{km/hr} < V$)の3つに区分することとし、合計10~12の領域に分けることとする。

各領域を A-low、A-mid、A-high、B-low、B-mid、B-high、C-low、C-mid、C-high、D-low、D-mid、D-high と呼ぶことにする。

3) 各領域の代表PSDと領域内での総走行距離数の算出

[1] SAVER のデータ

SAVER のデータは、ファイル構造がアクセスで処理できるようになっている。

よって、アクセスが利用できる場合は、採取した上記のデータをアクセスで呼出し、領域を区分する値を用いてアクセス上でデータを全て A-low、A-mid～D-mid、D-high に選別する。

つぎに、各領域に区分されたデータのグループごとに Sxd ファイルとしてセットアップする。これらを、通常の手順で順次 SAVER の解析ソフトに取込むと、領域ごとの PSD (Summary)、平均走行速度、総走行距離などが求められる。

[2] DER の場合

DER の場合は、解析ソフトの構成上、Grms での領域分割が困難である。また、傾いた回帰線によるデータの仕分けも難しい。従って、ほぼ同様の結果を得るためには、次のような処理をすることとなる。

- GPS データとのマッチングおよび全データの PSD 分析を実施後、エクセルにデータを取込み、走行速度－Grms の散布図を作成して、A、B、C、D の区分を行う。
- 次に、各フレームの加速度の最大値は Grms の3倍に近似するとの仮定のもとで、散布図の Grms を3倍し、加速度(各フレームの最大値)とする。
- さらに、これと近似する矩形の領域に置き換える。この矩形に区分する走行速度と加速度の値を控える。
- この時、A、B、C、D に区分したデータを用いて、エクセル上で区分ごとの総走行距離と平均速度を求めておく。
- 分析手順を元に戻り、走行速度のデータが入っている加速度表を表示させる。
- ここからデータセレクト画面を開き、上記で控えた、加速度と走行速度でデータを選別し、これを基に PSD 分析を実施する。この時、サンプリング数を確認し控えておく。
- 以上により、区分ごとの総走行距離と PSD が近似的に求められる

JICA調査団よりの提案

各国の輸送環境調査の収集データの解析結果は各国カウンターパート側へ4ヶ国全てのデータとして、2006年5月第3年次業務計画を説明した際に、HDDを手交した。この中に現在までの解析データが4ヶ国全てで記録されているので、最初に結論を想定するためにこのデータを全て一つにまとめて、メルコスール全体のGrms/Speedエネルギー散布図を作成する。その作成された図は今回実施された輸送環境調査に基づく4ヶ国合計30,000km以上の走行データであるとともに、各国で選定した対象製品の主要輸送ルートでもある。このことからメルコスール全体の方向が理解できるというメリットを見出すことができる。その次の段階として、各国カウンターパートは自分の国のル

ート毎の収集データの解析を基として、自分の調査ルート解析図とメルコスール総合図を比較することで、各国ごとに自国の位置を評価、判断することができる。

この提案に対して、アルゼンチンの INTI、パラグアイの INTN とウルグアイの LATU が各々作業を行った。

(5) データ収集、解析、検証手法例-2(ブラジル調査を主として)

本 JICA 開発調査によって得られたトラック輸送の荷台振動データから電気冷蔵庫の包装設計品質評価に必要なランダム振動試験スペクトルの計算手順についてまとめた。

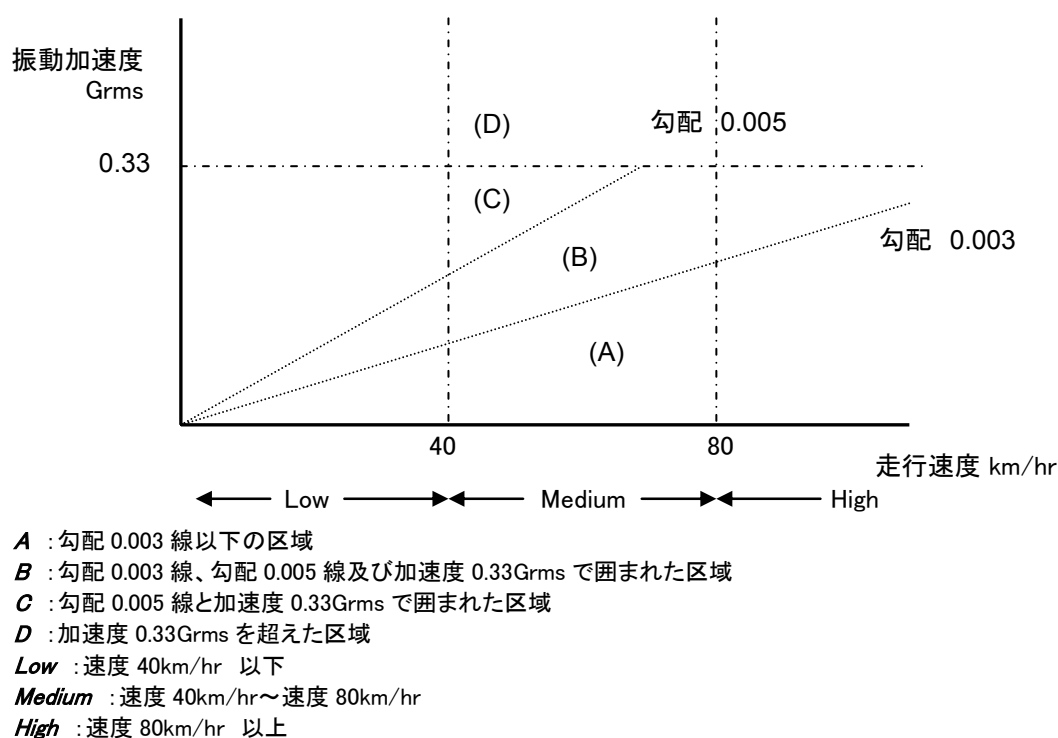
この計算によりブラジルとアルゼンチンの代表輸送ルートの振動実態が判明し、これに即した走行振動に対するランダム振動試験スペクトルが得られた。その代表ルートの計算結果を以下に示した。

1) 計測

デジタル衝撃記録計に GPS の方位情報を連携させ、長距離輸送で大量データの採取が可能になった。1フレーム1秒、7秒間隔記録すれば、1日の走行データが得られる。個々のデータから走行速度と振動加速度が読み取れる。

2) 収集データ

長距離高速輸送で路面の良否を観察しながら大量の振動データをまとめることは困難である。そこで、計測データを走行速度と加速度の実効値で散布図を作成、その分布から見かけ上の道路の良否と仮定して図 6.1-1 のように区分した。



Source: JICA 調査団

図 6.1-1 見かけ上の道路区分

図 6.1-1 の区分はそれぞれに振動スペクトルの特徴が含まれていると想定し、この区分を輸送シナリオと仮定した。区分ごとの振動加速度パワースペクトル密度(以下 PSD と略す。)から全輸送区間の振動試験スペクトルを計算した。

3) データ解析

a. 走行速度と加速度レベルの区分

図 6.1-1 に示したように加速度レベルで 4 区分、速度レベルで 3 区分して 12 区分に含まれる振動記録データを選定し、衝撃記録計の解析ソフト上で包含するデータの平均 PSD を計算した。

b. 区分ごとの平均 PSD

区分ごとにエクスポートされた平均 PSD より次の数値を求め、下表に整理する。

- (1) 計測データ数
- (2) 各データに当該する走行速度平均値
- (3) 必要とする振動数帯域の Grms

記録計に余め設定されたインターバルから記録データの時間が分る。データ数から走行時間が計算できる(表 6.1-1 では 5 秒)。さらに、平均速度よりその区分で走行した走行距離が計算できる。

一覧表を作成後、平均加速度 Grms で並び替える。(表 6.1-1)

Grms の計算はエクスポートされた PSD の値を区分周波数で積分し、その平方根が Grms 値になる。

$$\text{Grms} = (\sum ((\text{PSDi} + \text{PSDi} + 1) / 2 \times \Delta f))^{1/2}$$

表 6.1-1 区分データ

区分	平均加速度 Grms	データ数	走行時間 5sec hr	積載量 ton's	路面状況	平均速度 km/hr	走行距離 km
Dlow	0.377394	46	0.0638			29.588	1.89
Dhi	0.366155	1562	2.1694			89.091	193.28
Dmed	0.363847	447	0.6208			66.750	41.44
Bhi	0.263730	1147	1.5930			86.002	137.01
Cmed	0.243932	323	0.4486			47.431	21.28
Bmed	0.211402	2073	2.8791			61.808	177.96
Ahi	0.192818	3612	5.0166			87.247	437.69
Amed	0.173857	1007	1.3986			67.220	94.02
Alow	0.173857	225	0.3125			26.204	8.19
Clow	0.170109	669	0.9291			23.322	21.67
Blow	0.110293	616	0.8555			29.404	25.16
合計		11727	16.287				1159.5

Source: JICA 調査団

表 6.1-1 はブラジルのカンピーナスとレシフェ間の 1 日のデータである。走行距離 1160km を 16 時間かけて走行した時の区分の状況を示している。

11 に区分された Grms と走行時間はそれぞれ異なっている。全区間を代表する振動レベルと時間に置換えることができればその区間の試験条件が得られる。考え方のヒントとして以前の MIL規格:MILSTD-810 に記載されていた内容を参照して、以下の手順で解析を試みた。

c. 平均 PSD の正規化から時間短縮した PSD の求め方

まず、計算法を判り易くするために材料の疲労線図を引用して説明する。

図 6.1-2 のように疲労特性線図で応力を振動加速度に、繰返し回数を走行時間・試験時間に置換えても曲線の関係は成り立つ。

$$(W_1/W_0)^M = T_0/T_1 \quad (1)$$

W : 試験レベル

T : 走行時間・試験時間

M : 材料定数 (通常4)

ここで、 $W_1/W_0 = \alpha$ を誇張係数、 $T_1/T_0 = \lambda$ とすると

$$\alpha^M = 1/\lambda \quad (1)'$$

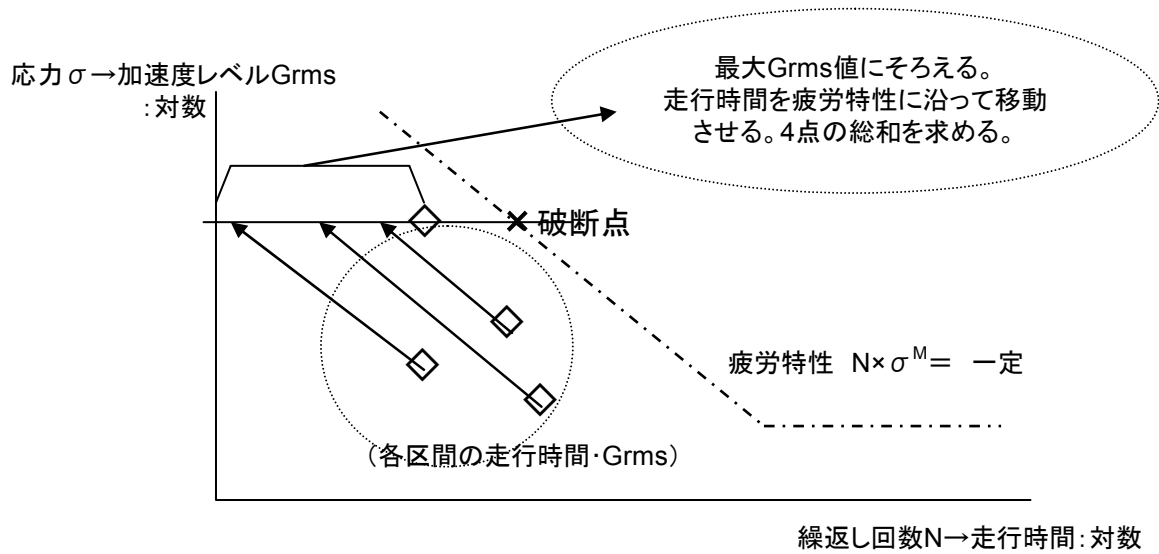


図 6.1-2 正規化の考え方

表 6.1-1 に続き、具体的な計算表・表 6.1-2 で以下に説明する。

表 6.1-2 データ計算表

区分	平均加速度 Grms g's	走行時間 hr	誇張係数	時間係数 M=4	Grms 補 正值 g's	時間補正 hr	1時間 時間係数	補正 再時間補 正 hr	誇張係数	試験 Grms g's
Dlow	0.377	0.064	1.000	1.000	0.377	0.064	0.268	0.017	1.390	0.524
Dhi	0.366	2.169	1.031	0.886		1.922		0.516		
Dmed	0.364	0.621	1.037	0.864		0.536		0.144		
Bhi	0.264	1.593	1.431	0.238		0.380		0.102		
Cmed	0.244	0.449	1.547	0.175		0.078		0.021		
Bmed	0.211	2.879	1.785	0.098		0.283		0.076		
Ahi	0.193	5.017	1.957	0.068		0.342		0.092		
Amed	0.174	1.399	2.171	0.045		0.063		0.017		
Alow	0.174	0.313	2.171	0.045		0.014		0.004		
Clow	0.170	0.929	2.219	0.041		0.038		0.010		
Blow	0.110	0.856	3.422	0.007		0.006		0.002		
						16.288		3.728		

- (1) 表 6.1-2 の区分・平均 Grms・走行時間は表 6.1-1 よりコピー/貼り付けする。
- (2) 誇張係数 = (最大 Grms) / (各区分の Grms) を計算する。
- (3) 時間係数 = $1 / (\text{誇張係数})^4$ を計算する。
- (4) Grms 補正值 = (平均 Grms) × (誇張係数) を計算する。
- (5) 時間補正 = (走行時間) × (時間係数) を計算する。
- (6) 時間補正値の総和を計算する。

以上の計算で最大 Grms に集約された各区分の走行距離)が集約される。この計算例では Grms=0.377 で 3.78 時間に短縮された計算になる。次に、この 3.78 時間を試験時間として 1 時間とか 2 時間とか 4 時間にした場合の計算法について考えてみる。代表として表 6.1-2 に示した右側の 1 時間補正と言う欄を説明する。

- (7) 時間係数 = $1 / (\text{時間補正値の総和})$ を計算する。
- (8) 再時間補正 = (前項の時間係数) × (時間補正値) を計算する。
- (9) 再時間補正値の総和が 1hr になっていることを確かめる。
- (10) 誇張係数 = $10^{(-10 \log_{10} (\text{時間係数}) / 4)}$ を計算する。
- (11) 試験 Grms = (補正 Grms) × (誇張係数) を計算する。

以上で、Grms0.377 試験時間 3.78Hr が Grms0.524 試験時間 1hr に時間短縮されたことになる。他の時間にしたい場合は上記(7)の式に相当する数値を当てはめればよい。

次に、試験スペクトルの計算について述べる。

表 6.1-3 試験 PSD の計算表(1)

Hz	実測 PSD Dlow	実測 PSD Dhi	補正 PSDD Dhi	実測 PSD Dmed	補正 PSDD Dmed
1.95	7.800E-03	7.820E-03	8.308E-03	9.615E-03	1.034E-02
2.93	1.867E-02	1.916E-02	2.036E-02	2.314E-02	2.490E-02
3.91	7.985E-03	1.167E-02	1.240E-02	1.126E-02	1.212E-02
4.88	1.681E-03	1.640E-03	1.743E-03	2.042E-03	2.196E-03
5.86	9.358E-04	7.529E-04	7.998E-04	1.250E-03	1.345E-03
6.84	9.402E-04	1.241E-03	1.319E-03	8.361E-04	8.995E-04
7.81	1.258E-03	1.011E-03	1.074E-03	5.818E-04	6.259E-04
8.79	9.522E-04	3.681E-04	3.910E-04	4.106E-04	4.417E-04
9.77	8.791E-04	2.612E-04	2.775E-04	3.657E-04	3.935E-04
10.74	8.698E-04	2.267E-04	2.408E-04	4.602E-04	4.951E-04
11.72	7.365E-04	1.901E-04	2.019E-04	6.070E-04	6.531E-04
12.70	7.359E-04	2.522E-04	2.679E-04	7.109E-04	7.649E-04

表 6.1-2 の区分順に右へ欄を設ける

エクスポートされた PSD を実測 PSD 欄にコピー貼り付ける。

Source: JICA 調査団

表 6.1-4 試験 PSD の計算表(2)

以下、下限振動数までの行を計算する。

実測 PSD Blow	補正 PSDD Blow	$\mu(f)$ AVE	$\sigma(f)$ SD	PSD 補正	試験 PSD 1 時間
5.617E-04	6.577E-03	6.124E-03	2.579E-03	9.218E-03	1.780E-02
2.137E-03	2.502E-02	1.950E-02	7.938E-03	2.902E-02	5.603E-02
1.632E-03	1.911E-02	1.454E-02	9.998E-03	2.654E-02	5.124E-02
3.538E-04	4.142E-03	3.391E-03	2.098E-03	5.909E-03	1.141E-02
1.497E-04	1.752E-03	1.547E-03	9.369E-04	2.671E-03	5.157E-03
1.034E-04	1.211E-03	1.099E-03	4.645E-04	1.656E-03	3.198E-03
8.896E-05	1.042E-03	8.535E-04	4.887E-04	1.440E-03	2.780E-03
7.834E-05	9.172E-04	5.522E-04	3.142E-04	9.293E-04	1.794E-03
5.189E-05	6.076E-04	3.959E-04	2.620E-04	7.103E-04	1.371E-03
3.246E-05	3.800E-04	3.563E-04	2.412E-04	6.457E-04	1.247E-03
2.909E-05	3.406E-04	3.760E-04	2.306E-04	6.528E-04	1.260E-03
2.932E-05	3.432E-04	4.301E-04	2.272E-04	7.027E-04	1.357E-03

Source: JICA 調査団

- (12) 補正 PSD = (表 6.1-2 の区分に相当する誇張係数)² × 実測 PSD を計算する。
- (13) 区分ごとに全スペクトルを計算する。
- (14) 全区分を計算したら各区分の振動数に相当するスペクトルの平均値を計算する。
- (15) 14 項と同様に標準偏差を計算する。

(16) PSD 補正 = (スペクトル平均値) × 1.2 (スペクトル標準偏差) を計算する。

これにて、全輸送区間の試験スペクトルが求められる。さらに、1時間の試験 PSD は

(17) 1時間試験 PSD = (表 6.1-2 の 1時間誇張係数)² × (16 項の PSD 補正值) を計算する。

(18) 周波数欄と補正 PSD や 1 時間 PSD で散布図を描けばスペクトルがかかる。

d. 試験 PSD のまとめ方

ブラジルでは 2 社の家庭用電気製品を輸送する 4 ルートの計測が行われた。これらの結果から計算された試験 PSD のきびしさは、計算上での試験時間や想定される輸送距離を決めて振動レベルを比較しないとわからない。輸送ルートを代表する振動試験条件の振動レベルと時間の関係を次のように暫定的に決めて計算した。

(1) ルート区間を 4 日間で代表する試験 PSD

(2) 各ルートを 500km に区切ってその間の平均振動レベルを 1 時間で代表する試験 PSD

e. エンベロープの引き方

前項のようにまとめた試験 PSD を振動試験機上で再現するには、PSD 線図の特徴を見て直線化する事だが、この作業は、次のことを考慮しなければならない。

(1) エンベロープ線で計算した Grms 値は元の PSD のそれとほぼ等しいように計算しながら設定する。

(2) 同様に、エンベロープ線で計算した変位・速度レベルは、振動試験機の実績値以下であること。

(3) さらに、振動試験機の最大加振力 F を超えないこと。

$$F = 1/3(\text{Grms}) \times (\text{試験品重量} + \text{試験機可動部重量})$$

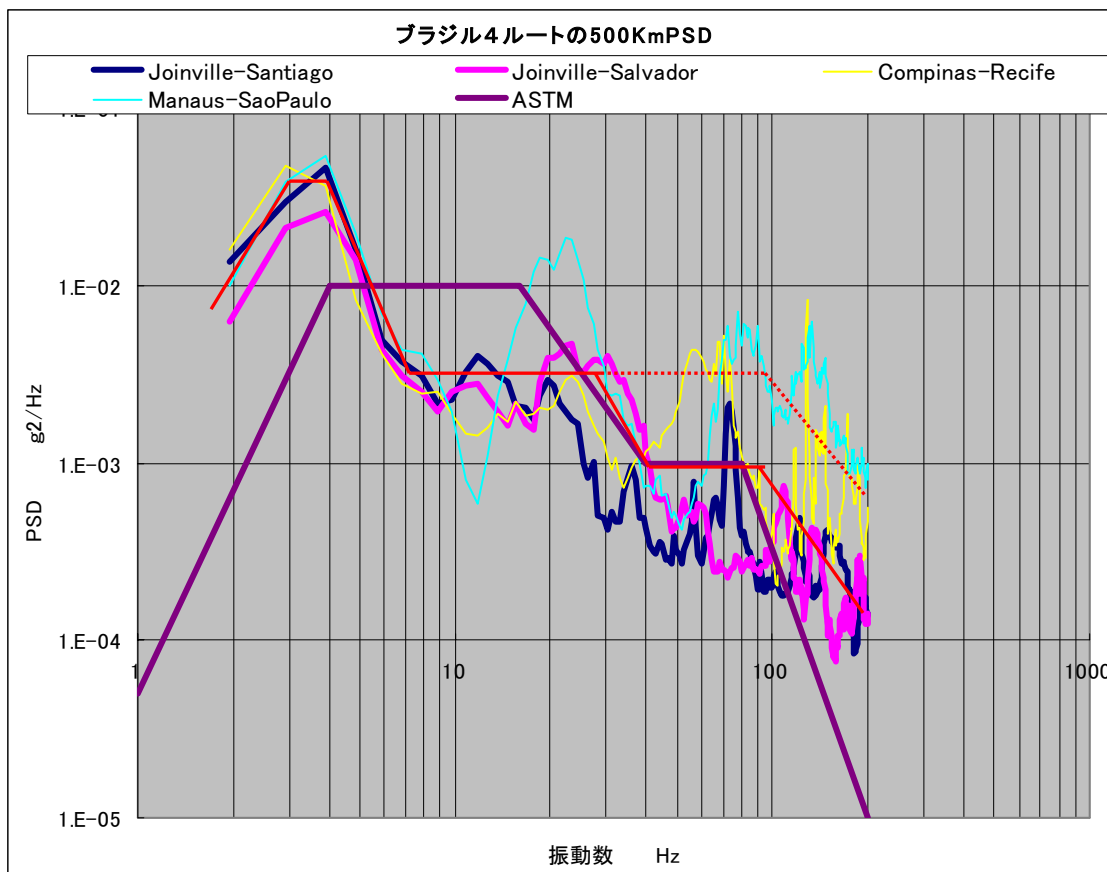
上記の 3 点が満たされない場合は、試験時間を長くして Grms が上記を超えないように再計算する。

4) 今後の課題

走行車両のランダム振動について試験規格として整理する一つの方法を示した。記録データの余分な取り込みとかの課題を残しているが、振動試験機で再現させるまでの手順を考えてまとめたものである。試験計画を確かなものにするためのデータの扱いについて検討しルール化が必要である。例えば、各国の試験品の大きさや試験機の能力、そして輸送規模に応じた内容を織込んで、効率良い設定作業を可能にするツールの開発とデータ整備が必要になろう。

5) 計算事例

ブラジルの代表 4 つのルートで計算したテスト PSD 曲線は以下の通りである。



Source: JICA 調査団

図 6.1-3 計算事例 A: ブラジル 4 ルートの振動試験 PSD 比較:
500km 走行レベル、試験時間 1 時間

事例 A の説明:

- (1) 4 つのルートを代表する走行距離から 500km 当りの試験 PSD を計算して、それを更に 1 時間に短縮した試験 PSD を示した。
- (2) ASTM はトラック輸送の試験データを示す。
CETEA で冷蔵庫の振動試験にしばしば適用している規格の試験 PSD であり、通常 6 時間加振試験をする。
- (3) 赤色の実線と点線は、各ルートのエンベロップ線であって 4 つのルートの差を示した。

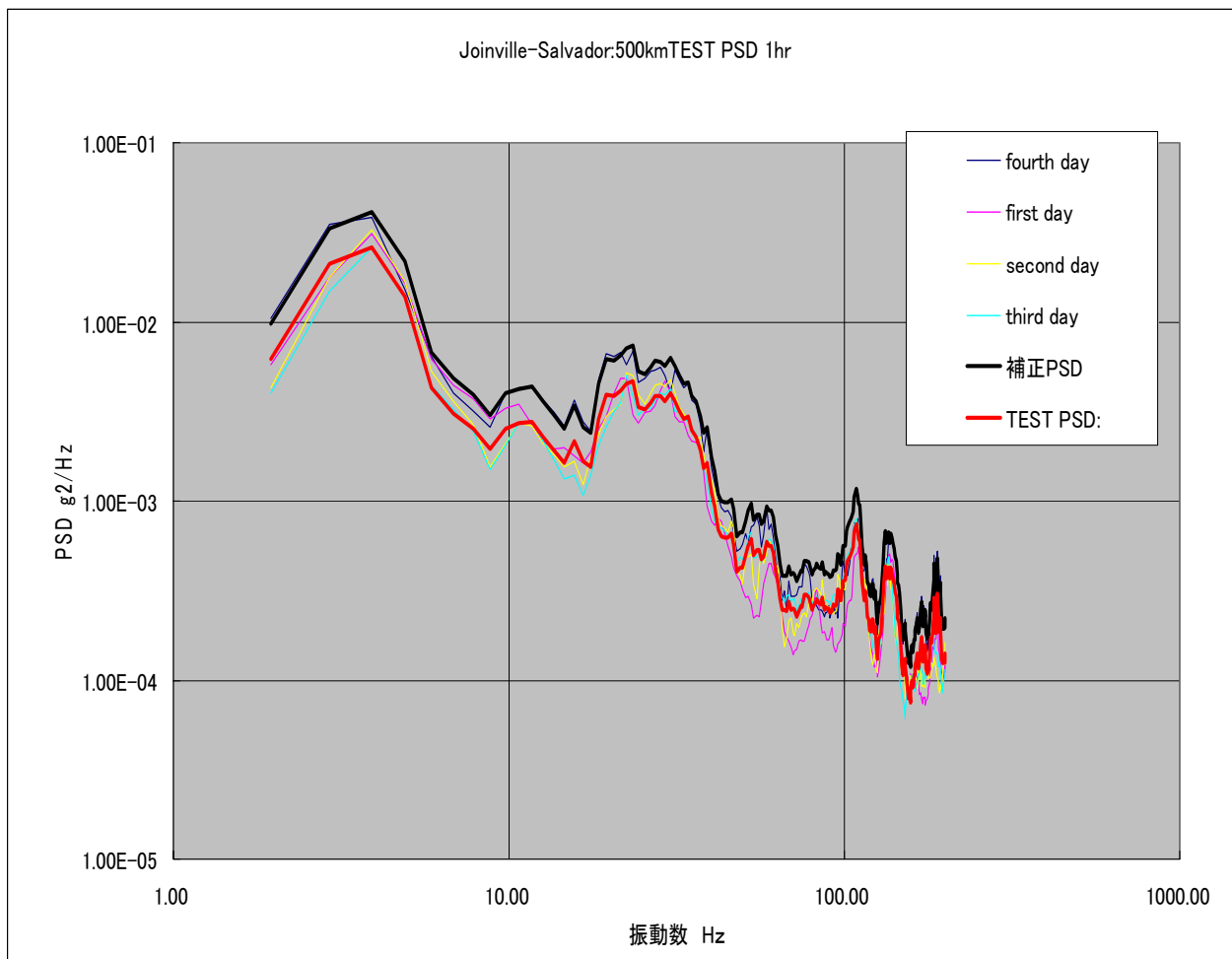
500km に対する各ルートの輸送距離に比例して試験時間を延長すればよい。

例えば、輸送距離 3000km では 6 時間になり、ASTM 規格で 6 時間と対比できる。

考察: ©5Hz 以下では、従来の ASTM レベルでは不足し、5~20Hz では反転する。

◎二つのルートは、40Hz を超えた帯域で高い PSD になっている。

以上から、従来の試験は、5Hz 以下と振動の大きな道路での 40Hz 以上の評価不足がわかる。



Source: JICA 調査団

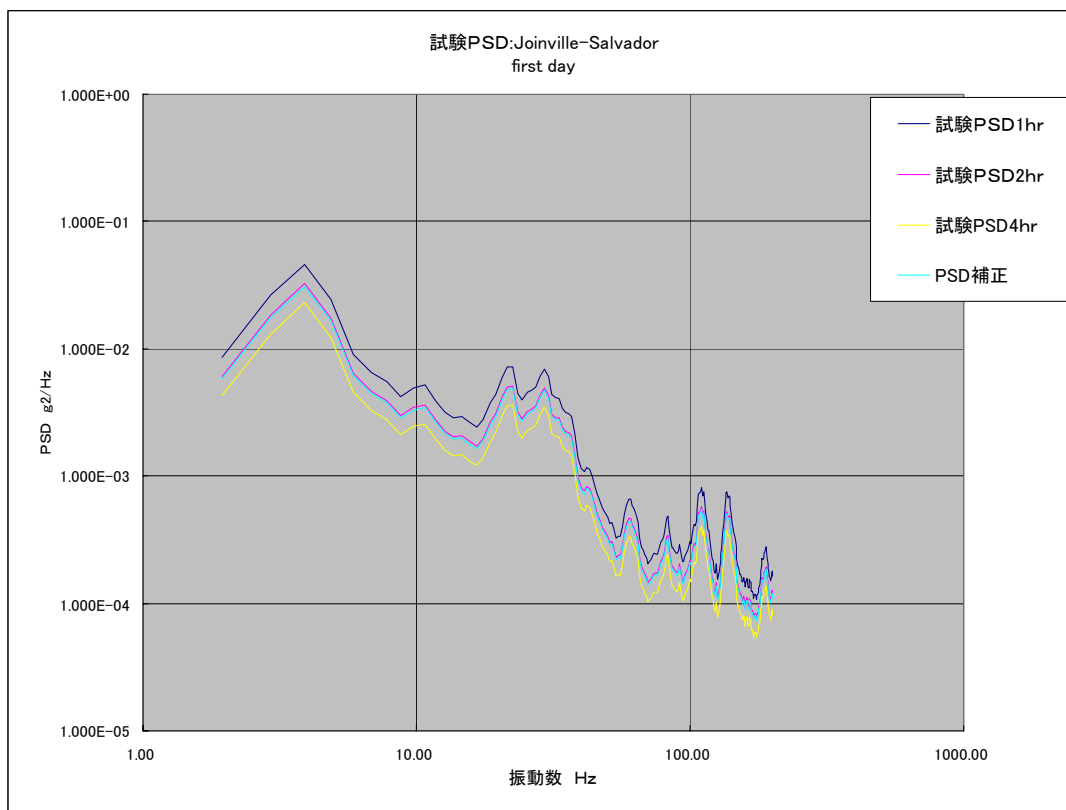
図 6.1-4 計算事例 B: ブラジル代表ルートの振動試験 PSD 比較:
全走行距離を 500km に換算

事例 B の説明:

- (1) このルートは 4 日間走行して 2800km 走った。細い 4 本の線は各 4 日間の PSD データを 500km に換算して示した。
- (2) 黒の太線は全工程 4 日間の PSD データをまとめて、500km 距離当りの PSD データを示す。
- (3) さらに赤い太線は、上記全工程 4 日間データを 500km 当り 1 時間に換算した PSD を示した。

	4日間の走行距離 km	走行時間 hr
1日目	899	13.3
2日目	863	15.2
3日目	812	14.0
4日目	229	5.1

Source: JICA 調査団

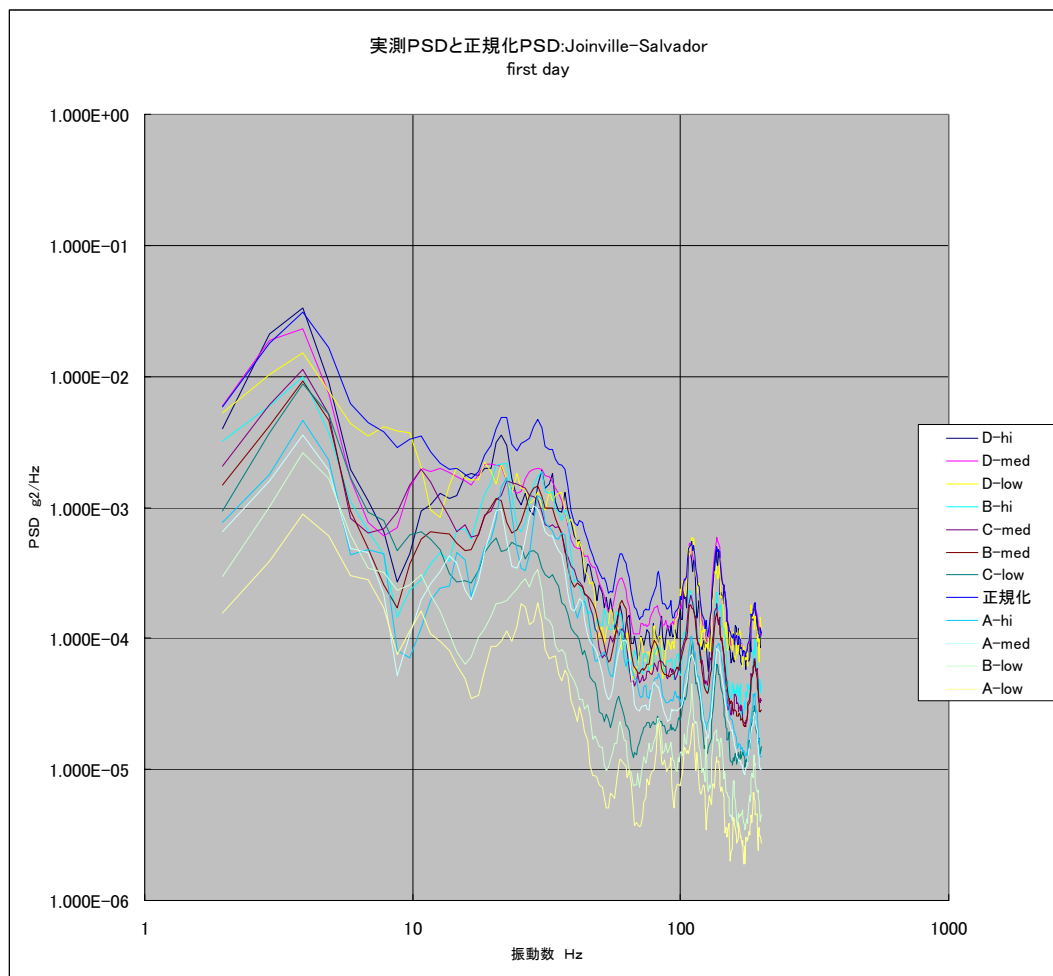


Source: JICA 調査団

図 6.1-5 計算事例 C: ブラジル代表ルート of 振動試験 PSD 比較:
第 1 日目の試験 PSD データ

事例 C の説明:

- (1) 第一日目の走行データを代表する PSD データと
- (2) そのデータを試験時間 1 時間、2 時間、4 時間 にした場合の試験 PSD データを示す。



Source: JICA 調査団

図 6.1-6 計算事例 D:ブラジル代表ルート of 振動試験 PSD 比較:
第 1 日目の速度区分別 PSD データ

事例 D の説明:

- (1) 第一日走行データを区分して、区分別の平均 PSD を示した。
- (2) 各区分データの正規化を行い、全区分データの代表させる試験 PSD を示した。

6.1.1 落下試験

輸送中の貨物の衝撃的外力の大部分は、荷扱作業中の落下や衝突によって生じるもので、輸送機材が原因で生じるものは少ないとされている。つまり、衝撃の大半は人的要因により生じるとされている。そのため貨物の質量によって衝撃を受ける確率も大きく異なり、5~15kg 程度の質量の貨物に高いレベルの衝撃が発生しやすい傾向がある。また、包装寸法や縦・横比、包装貨物の重心位置の違いによっても、落下の生じ方、衝撃の大きさなどは異なったものとなる。外力の種類による製品への影響の程度を比較すると、落下による破損がもっとも影響が大きく、発生頻度も多い。

従って、包装貨物試験の中で最も重要視されているのが落下試験である。日本における一般の包装貨物の落下試験については以下の2規格がある。

- JIS Z0200: 包装貨物—評価試験方法通則
- JIS Z0202: 包装貨物—落下試験方法

JIS Z 0200 では落下方法と落下高さ、及び落下順序と落下回数が、JIS Z 0202 では使用する試験装置の条件が各々規定されている。例えば、JIS Z 0202 の方法 B によって包装品に衝撃を加える場合には、JIS Z 0119(包装設計のための製品衝撃強さ試験方法)に規定されている試験装置が必要である。落下試験の方法は、

- 自由落下 : 貨物全体を空中に浮かせてから落下させる方式
- 片支持落下 : 貨物の一端を支持台の上に載せて、他端を落下させる方法
- 衝撃試験装置を使用する方法

の3種類の方法が規定されている。(本 JICA 調査では2種類の対象製品に対し、カウンターパート研究所の試験装置を活用して本報告書第7章にあげる条件でこの試験を実施した。

試験基準の設定法については、本報告書第3章の3.2.6.5で述べられているので、そちらを参照して欲しいが、実際のデータ採取に対しては、調査しようとする作業現場の管理者とその趣旨とデータの活用法について十分な意思疎通をしておくことが重要である。

荷扱い調査を公開とするか非公開で行うか、両方を実施した場合に発生するデータの差をどのように評価し、試験基準の設定に役立てるか、それらのデータは、最終的には、荷役機器の導入・整備など、作業環境の改善に活用すべであるが、これらに対する理解の有無が得られるデータの精度などに大きく影響する。

6.1.2 振動試験

振動試験は荷物の輸送中に、輸送機関(トラック、貨車、船舶、航空機 etc.)の荷台が振動することにより、製品または包装にダメージが生じないように十分な配慮がなされているかを確認するため、包装品に一定条件の振動を加えて、荷物(商品)の挙動を確認する試験である。振動によるダメージとしては、共振による製品構成部品の疲労破壊、部品同士の衝突による部品破損、ねじや嵌合部のゆるみ、製品と包装材のこすれによる傷つき、振動に起因する動的荷重の影響による外装箱つぶれなどがあり、落下試験によって生じる製品異常とは発生する異常の内容が異なっている。振動試験方法はあくまでも実際の輸送の再現を目的として、実輸送と等価な振動を加えられるように、試験条件を設定することが肝要である。最近の包装は衝撃に対する保護性を限界まで押さえてきたことにより、振動に対する保護機能のマーヅンが減少しており、振動試験による保護機能の確認の必要性が増大している。輸送中に貨物が受ける動的な外力のうち、荷扱による衝撃は全貨物の

うち、数パーセントであるが振動は全ての貨物が受けるものであり、振動に対する保護機能が不足している場合、輸送した全ての製品にダメージが起こる可能性があるので、振動試験を軽視してはならない。日本における試験規格は、

- JIS Z0200 : 包装貨物—評価試験方法通則
- JIS Z0232 : 包装貨物—振動試験法

の2種で、前者は加振レベルと試験継続時間が規定されており、後者は試験装置の条件が規定されている。(本 JICA 調査では対象製品に対する輸送環境調査解析データよりカウンターパート研究所で条件設定を行った。)

従来、道路輸送中の振動に対する試験基準は、通常、次の手順によって、設定していた。

- 1)道路を幾つかのタイプに分類する。
- 2)それぞれを代表すると思われるモデル区間を選定し、それらの各区間を調査する。
- 4)道路タイプごとの標準 PSD を設定する。
- 5)対象とする輸送ルートについて、各道路タイプの構成比率を見積る。
- 6)その構成比率と輸送中に損傷する材料の累積疲労破損の考え方にに基づき、各タイプの標準 PSD を組み合わせて、基準値を設定する。(ただし、PSD の波形パターンは、ほぼ相似であることが条件である。大きく異なる場合は、試験条件を異なるパターンごとに設定する。)

当初、調査団も、カウンターパートも、各国ごとに道路のタイプをどのように区分するかについて議論し、各国が、道路の写真を撮り、お互いに交換し合い、その上で、標準 PSD を設定する考え方をしていた。

しかし、各国ごとに交通事情が異なり、道路についての4ヶ国に共通する区分基準をまとめるのは、困難であると予想された。

一方、今回は、メモリー容量を最大限に増やした最新型の記録計が利用できたため、予定した輸送経路の全体について、均等な比率(約20%)で、データを採取することができた。すなわち、従来、推測でしかなかった、どのようなタイプの道路が、どのような割合で構成されているかについては、採取したデータから直接判断できる可能性が有り、精度的にも信頼度が増すと考えられた。

また、各タイプ別の道路の標準 PSD についても、特定のモデル区間によるデータではなく、同一のタイプと思われる道路の全てのデータが使えるのであれば、その方が精度も向上すると考えられる。

GPS のデータから速度の情報を得られていることと併せて、従来にない精度で走行状態、ひいては、道路の状態を把握できるものと期待できた。

しかし、このような観点からのデータ処理は、従来、殆どなされたことがなく、新たに工夫しなければならなかった。

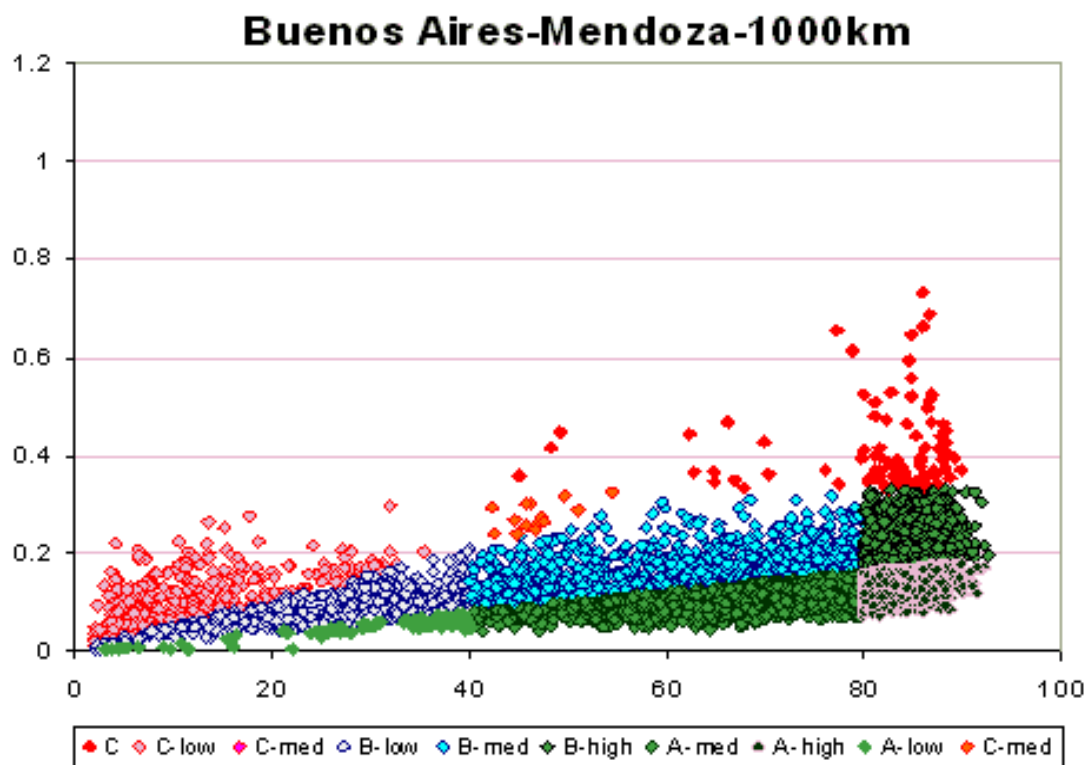
ひとつは、採取したデータを、どのような考え方で道路のタイプ別に区分したらよいかということである。もう一つは、上記の考え方に基づいて大量のデータを、処理する能力が、記録計メーカーの用意した解析ソフトに備わっているか否かであった。

6.2 包装試験基準値(ガイドライン)

6.2.1 インテリムレポートまでの検証結果

プロGRESSレポートにて合意し、第3年事業計画で示された包装試験基準値策定案を基本として、各国カウンターパートと協議を重ね、各国でのWSを通じての作業の結果、各国別に輸送環境調査ルート毎のGrms/Speed区分毎のPSD並びにGrms/Speedエネルギー散布図による道路評価が別図のごとく得られた。まず最初に4ヶ国各カウンターパートが作成したGrms/Speed分布図をアルゼンチン、ブラジル、パラグアイ、ウルグアイの順に示す。

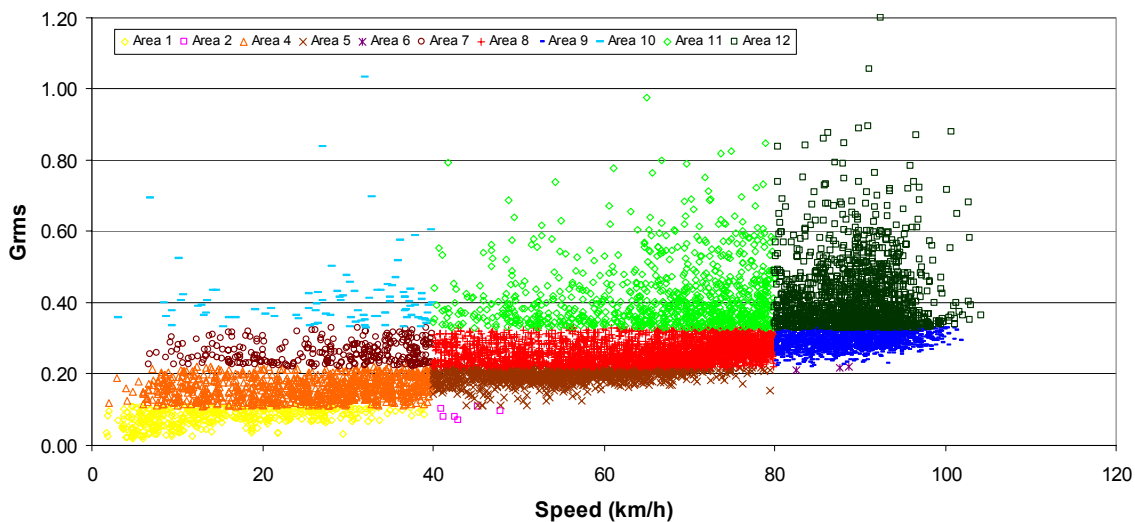
(1) アルゼンチン:ブエノスアイレスーメンドーサ・ルート



Source: JICA 調査団

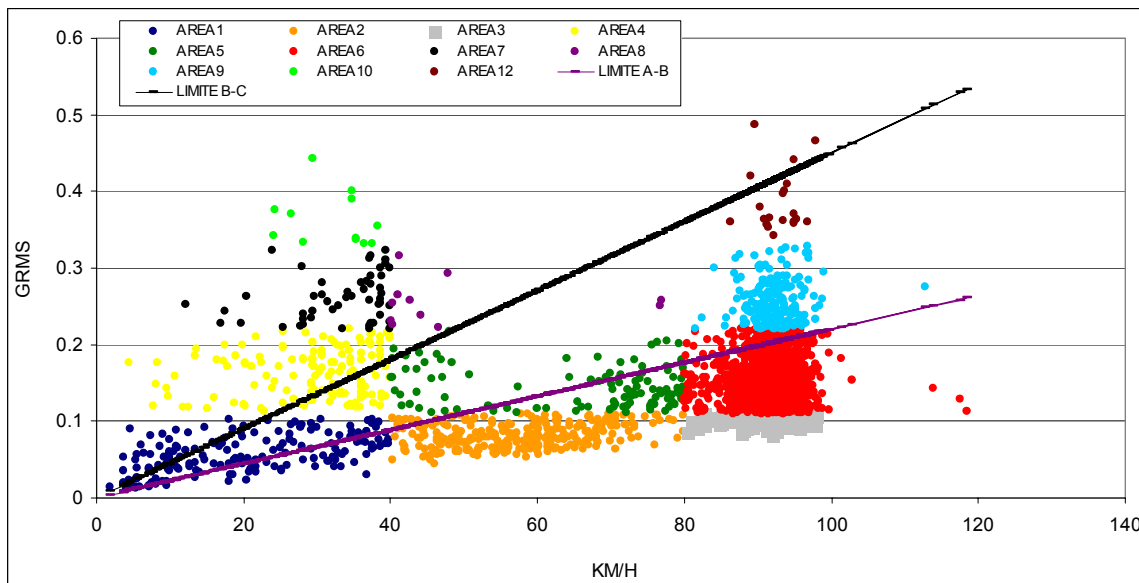
(2) ブラジル:カンピーナス-レシフェ・ルート

Campinas - Recife 24/10/2005



Source: JICA 調査団

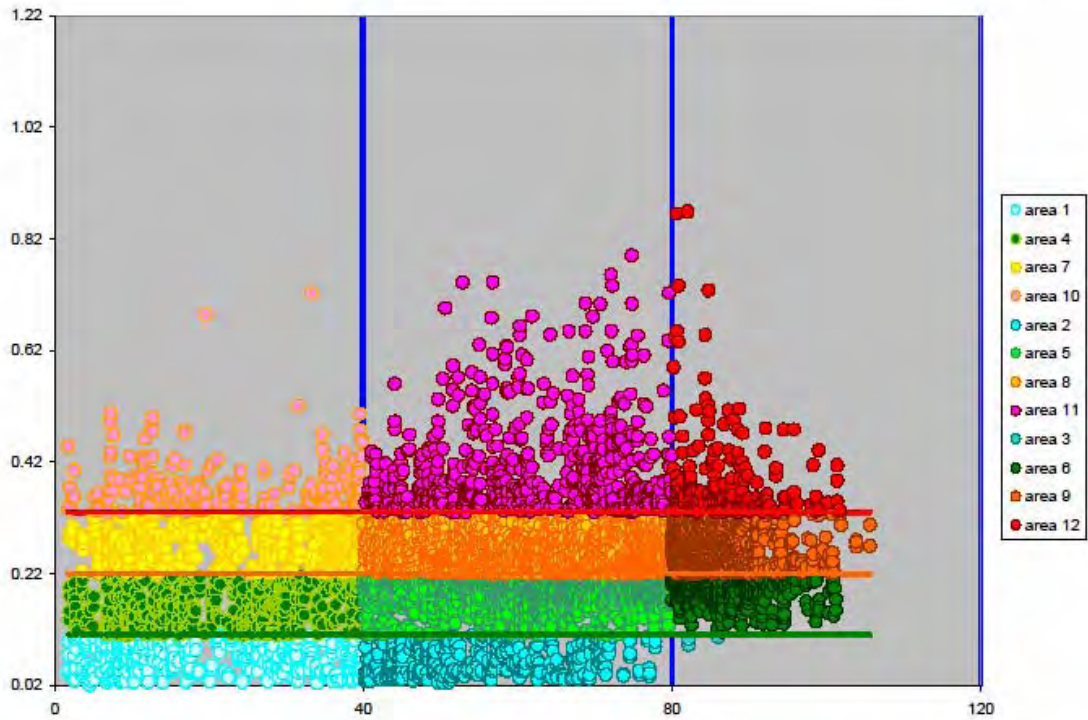
(3) パラグアイ:Grms/Sped 総合散布図



Source: JICA 調査団

(4) ウルグアイ:モンテビデオーロチャ・ルート

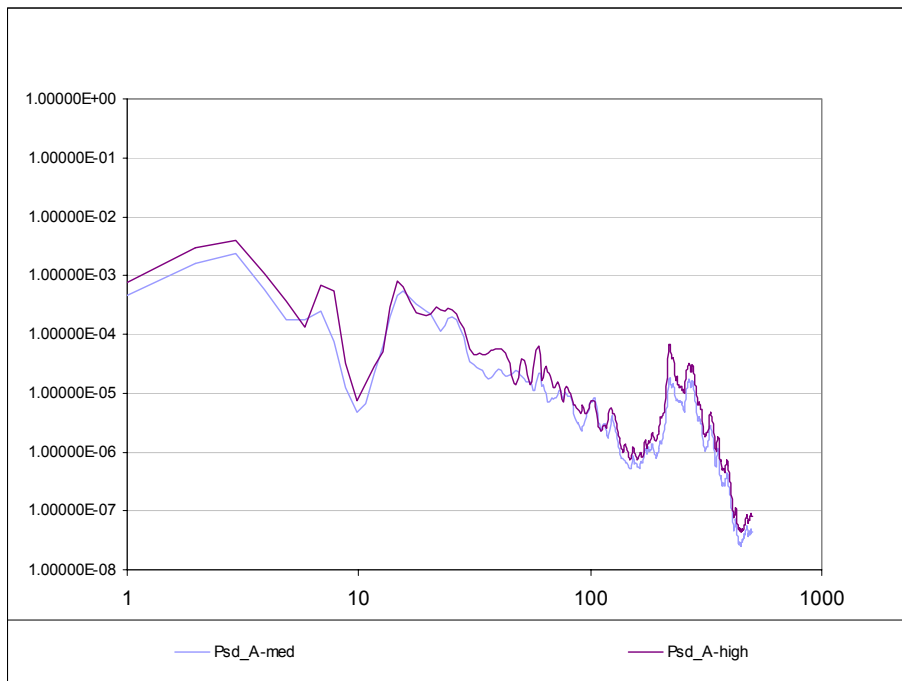
Mvd - Rocha C 06-06-12 Saver 75



Source: JICA 調査団

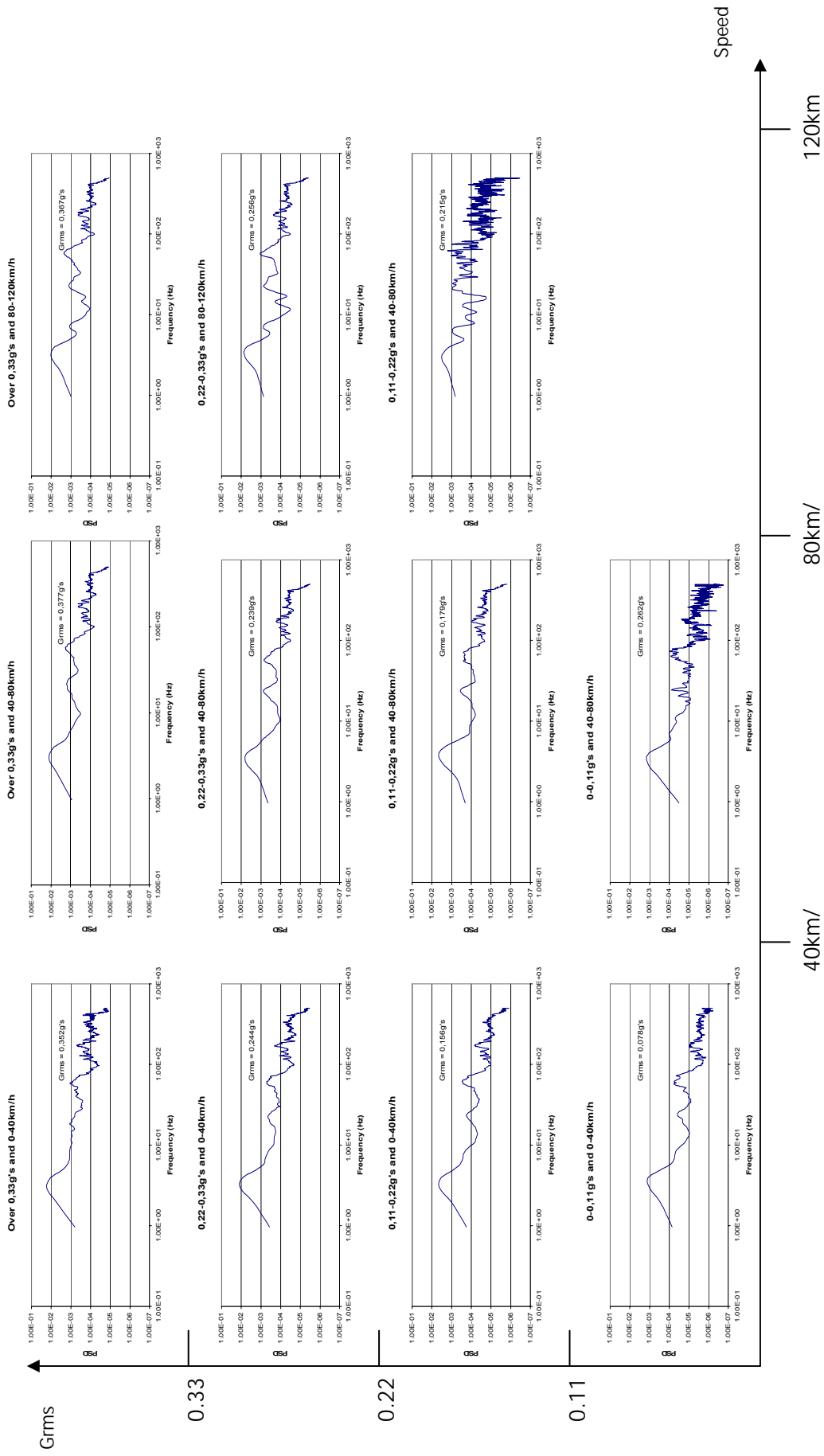
上記分布図を基とした区分ごとの PSD 波形を同じく 4ヶ国毎に示す。

(1) アルゼンチン:ブエノスアイレスーメンドーサ・ルート



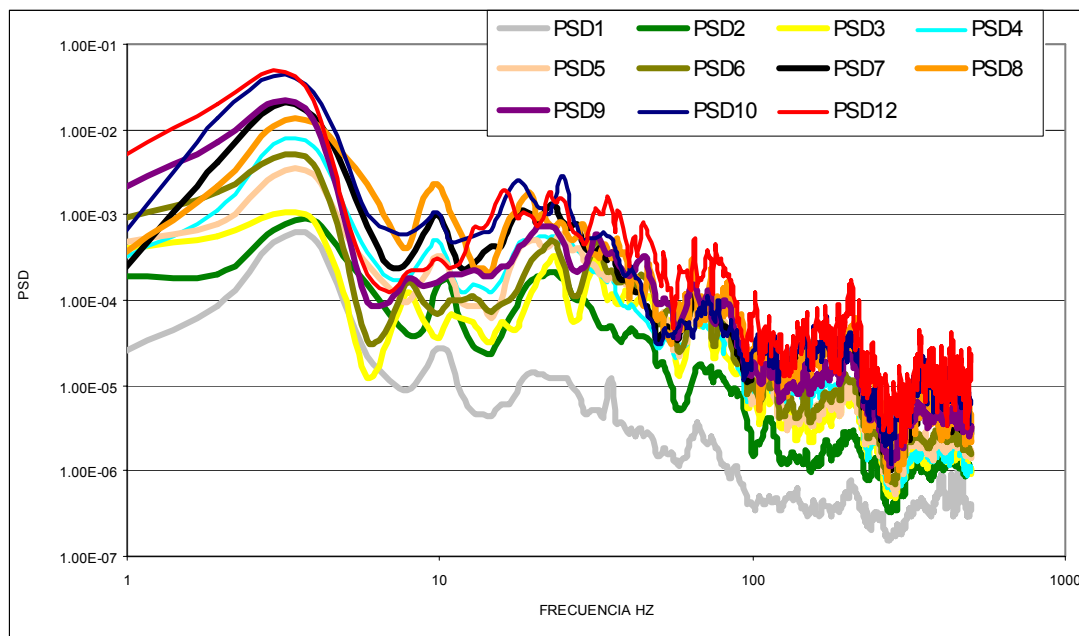
Source: JICA 調査団

(2) ブラジル:カンペーナス-レスプレエ・レポート



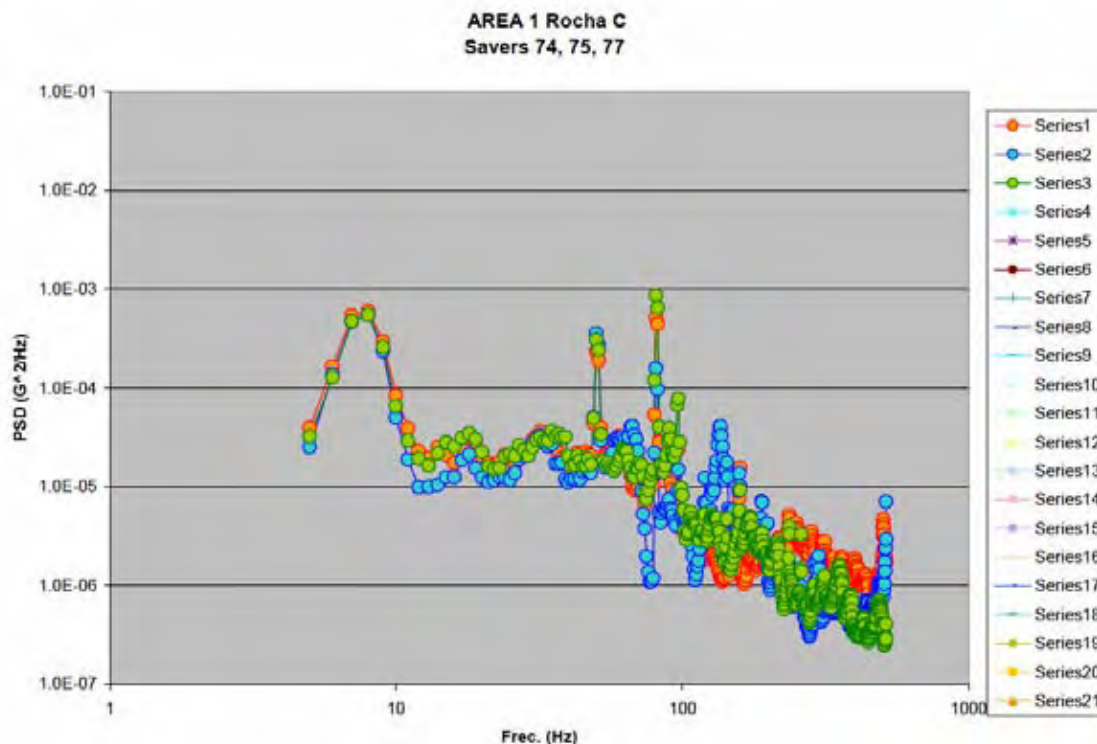
Source: JICA 調査団

(3) パラグアイ:12 区分 PSD 総合波形



Source: JICA 調査団

(4) ウルグアイ:ロチャ C—Area 1



Source: JICA 調査団

引き続き、各国別の結果を評価・検証し、最終提言となるメルコスール・グレード別包装試験評価基準値(ガイドライン)設定に対する作業が続けられている。

6.2.2 各国単独と地域組合せ包装試験基準値策定検証

本報告書第6章6.1項に記載のごとく、道路評価をベースとしてPSD評価等の検証を実施する中で以下の特性を収集データより検証した。

- (1) トラックの構造(多種類、多様(エンジン、サスペンション、車軸、etc.))
- (2) 運転特性
- (3) 輸送距離が長距離で道路条件多様
- (4) 積み付け多様
- (5) 配送(都市圏内)特性

その結果、以下の試験を導入し、包装試験評価基準値(ガイドライン)の策定を実施することとした。

- (1) 振動試験(通常)
- (2) 飛び上がり試験(Bouncing Test)

なおこの試験の一部は、次の試験で代替することを許容している。

- (3) 繰り返し衝撃試験(衝撃試験装置による衝撃印可試験、または、自由落下による繰り返し落下試験)

このことは、プログレスレポート時並びにインテリムレポートまでの調査過程において、各国ルート of 輸送環境調査の収集データを詳細に検証してきた結果としての展開であり、限られた調査日程と対象製品、更にその選定輸送ルートからのメルコスール共通ガイドラインを導き出す最善の検証として実施した。

6.2.2.1 包装試験評価基準値(ガイドライン)策定への議論

包装試験評価基準値(ガイドライン)策定に当たり、以下の項目につき議論がなされた。

- (1) メルコスール規格のコンセプトとしての一般クライテリア
- (2) メルコスール規格を考慮しての4ヶ国検証ルートの選択
- (3) 4ヶ国収集・解析データの混合(組合せ)のメリットと計算展開
- (4) 包装試験のためのPSDカーブの定義と選択ケース別試験条件

6.2.2.2 詳細ディスカッションと結論

(1) コンセプトと一般クライテリア(メルコスール規格)

- 1)メルコスール規格は調査ルートの最新データを基礎とする。しかしながら、それらメルコスール規格はメルコスール各国ルートの追加調査をもとに、将来において改訂され、発展させることが出来る。

- 2)この規格はメルコスール諸国を範囲とし、ブラジルの調査解析記録の中に示されている高加速度値を考慮して、2つのグループ(0.33Grms 以上と以下)にデータを分けることとした。
- $\leq 0.33\text{Grms}$ のデータは振動(Vibrations)試験をで評価する。
 - $> 0.33\text{Grms}$ のデータは飛びはね(Bouncing Test)
(試験の一部を繰り返し衝撃テストで代替することも可能である。)
- 3)振動についてはこの規格では対象製品の特性を考慮して、以下の2種類に区分する。
- パターン A: 疲労により損傷を生じる製品(主として工業製品)
- パターン B: 摩擦により損傷を生じる製品(主として食品)
- 4)各パターンごとの周波数範囲は以下のとおりとする。
- パターン A: 5~100Hz
- パターン B: 3~50Hz
- 5)包装試験の最終的な PSD カーブの定義として、4ヶ国全ての PSD 概要カーブが用意される事。
- 6)パターン A の試験のための PSD カーブは、概要 PSD カーブの形状になるべく近似した形状としなければならない。その理由は、疲労によって損傷を受ける製品に対して単純化した PSD による試験を実施した場合、ある周波数範囲では実輸送よりも過酷な振動を受けることになり、製品に加わる振動の厳しさが実輸送とは異なったものになるので、実輸送の結果とは異なった結果が生じる可能性が大きいからである。
- これに対しパターン B の試験は、こすれによる異常の再現が主目的であるが、こすれの発生は振幅に依存しているため、低周波部分が概要 PSD に近似していることのみが必要で、高周波数領域ではパターンを単純化しても問題はない。
- 7)試験のための最終的な PSD カーブは $\pm 3\text{dB}$ の許容範囲で、期待される PSD カーブを発生させられることを、INTI の振動試験機で確認することとした。

(2) メルコスール諸国の調査済みルートを選定

メルコスール規格で考慮されるべきルートを選定は下記のクライテリアを基礎とする。

- 全ての調査済みルート(輸送環境調査)が検証され、2組の組合せ(ペア)からなる合計 52 組のコンビネーションが作成された。
- 全てのルート・ペアの特徴分析の後、最も代表的な『良(Good)・普通(Medium)・悪(Bad)』として以下の3つのルート・ペアが選択された。

良(Good)	:	BsAs—Rosario (ARG) + Montevideo—Rivera (URY)
普通(Medium)	:	BsAs—Mendoza (ARG) + Loma Plata—Asuncion (PRY)
悪(Bad)	:	Aimogasta—Iguazu (ARG) + Belem—Sao Paulo (BR)

注) 上記のルートコンビネーションは実送テストのルートを代表するものではない。ルートの各カテゴリーのために設定された基本サンプルである。

(3) 計算と補正

- 1) ルートの一つのペアのデータを取り、0.33Grms 以上を削除した。
- 2) 残りのデータを解析することにより、Grms とテスト時間を定義した。
- 3) 上記のペアに含まれる各ルートの Grms はばらばらである。試験時間の計算を行うには、各ルートの Grms が同一である必要があるため、各ルートについてレベル調整を行い、各ルートの Grms が最大 Grms と一致するように補正を行った。時間調整ファクターとして、工業製品類については M:4、食品包装類については M:2 を採用した。
- 4) さらにこのデータの時間を調整して、目標テスト時間で試験が行えるように、Grms のレベルを補正した。テスト時間は、1 時簡、1.5 時間、2 時間のいずれかで、試験 Grms が 0.9G を超えない条件を選んだ。
- 5) 0.33Grms 以上のデータについては、計測された回数にトリガー時間間隔を乗じることにより全ルートで発生した回数を推定し、その回数だけ衝撃が加わるように飛び跳ね試験を行うことにした。飛び跳ね試験の条件は 1.1G、10Hz である。
- 6) 求められた時間が 5 分以下であれば、飛び跳ね試験の継続時間は 5 分間とする。
- 7) 求められた時間が 5 分以上の場合、5 分を越える分については、衝撃試験機又は、落下試験機を使った繰り返し衝撃テスト(Repetitive Shock Test)を行うことで代替してもよい。繰り返し衝撃テストの条件は、衝撃試験機を使用する場合、試験品に加える速度変化は 1.4m/s、自由落下の場合は 10cm からの落下とする。また、この繰り返し衝撃テストの回数は、飛び跳ね試験時間 10 分につき 1 衝撃とする。

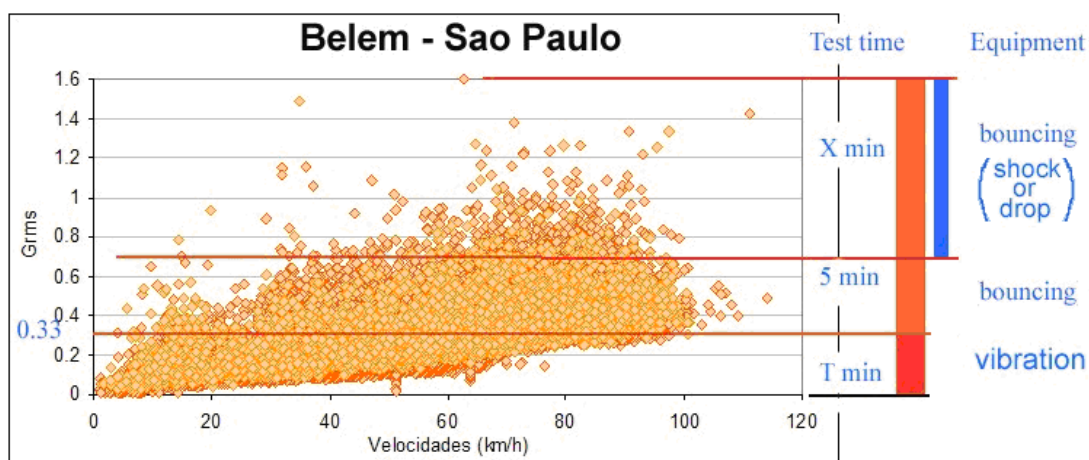
(4) 試験のための PSD カーブ(標準カーブ)

- 1) 次に、試験のための PSD カーブを決定する。
- 2) 工業製品の場合、製品は加速度の影響が大きく、食品など包装の場合は振幅の影響が大きい。したがって、各試験品の内用品の特性にあった試験 PSD カーブを決める必要がある。
- 3) 試験カーブは次の 2 つのカーブを設定した。
パターン A(工業製品包装用) : 5~100Hz
パターン B(食品包装用) : 3~50Hz
- 4) 最終試験カーブは時間短縮の結果得られた Grms と、対象包装品ごとの周波数範囲を考慮して決定した。

6.2.3 包装試験評価基準値(ガイドライン)策定検証結果

包装試験評価基準値(ガイドライン)のまとめとしては本報告書 6.3.3 項のメルコスール規格(ガイドライン)で詳細を述べるが、6.2.2 項で述べたガイドラインの考え方および策定プロセスを、図および表で示しておく。更に本検証については 4ヶ国の輸送環境調査収集データを「52 コンビネーション」に区分して再解析を実施した。次にその再解析の計算例、ルート・データ図例を示し、メルコスール包装試験評価基準値(ガイドライン)へ導いたプロセスを記載する。

(例: Test Methods for Transportation through Bad Condition Roads)



Source: JICA 調査団

図 6.2.3-1 輸送試験 3 区分分類図

表 6.2.3-1 輸送シナリオと試験 PSD

(例: Loma Plata - Asuncion ルート)

Table with multiple sections: 'Transportation scenario and test-PSD: LomaPlata-Asuncion', 'AcclProm Hs recor F.Multiplr F.tiempo Compens CompHs F.tiempo Recomp F.Multiplr rms ENS F.tiempo Recomp F.Multiplr rmsENS F.tiempo Recomp F.Multiplr rmsENS'. Includes sub-tables for 'Transportation scenario' and 'AcclProm Hs recor...'.

Table titled 'computation of PSD' showing various parameters like 'PSDmed', 'Comp', 'Med', 'Sigma', 'Psd ENS', etc. across multiple scenarios and routes.

Source: JICA 調査団

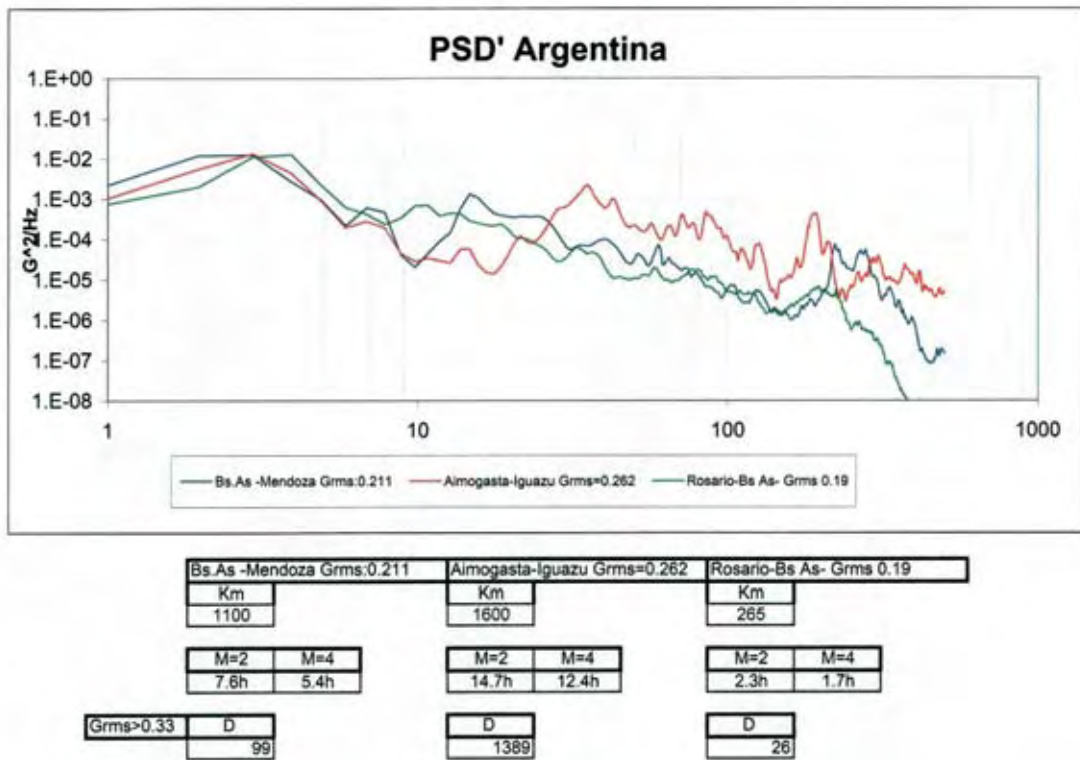
表 6.2.3-2 試験値対象ルート計算比較(例)

COMPARACION DE RUTAS DE ESTUDIO

対象ルート之比較

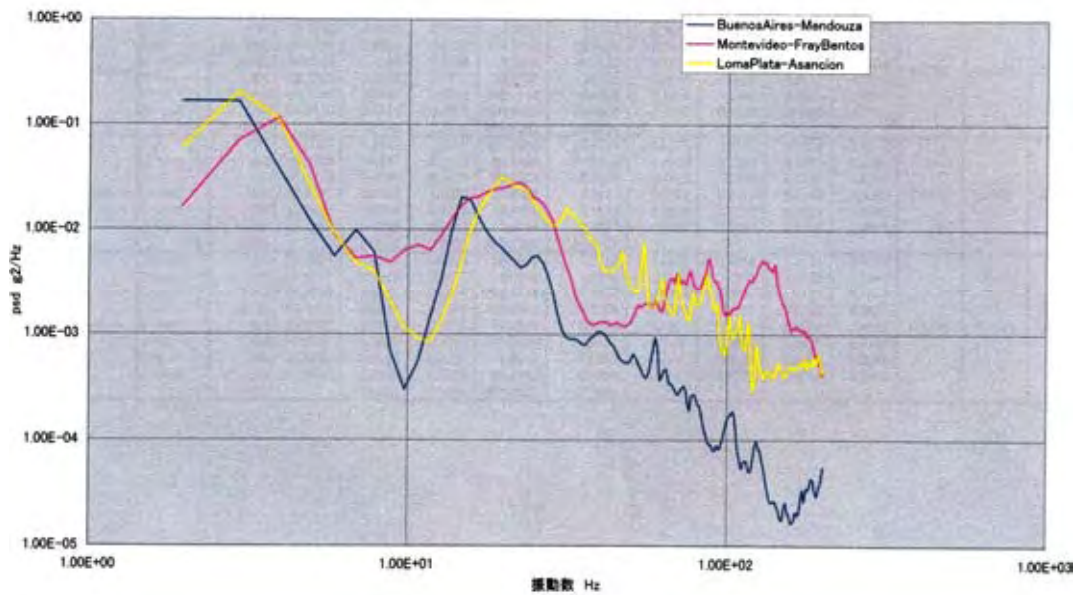
Table comparing routes with columns for 'Div datos', 'Cant datos', 'Vel prom', 'Horas rec', 'Hs datos', 'Distanc', 'Dist Datos', 'Grms prom', 'Val calculado', 'ejecucion', and 'TEST PSD' (1hr, 2hr, 4hr).

Source: JICA 調査団



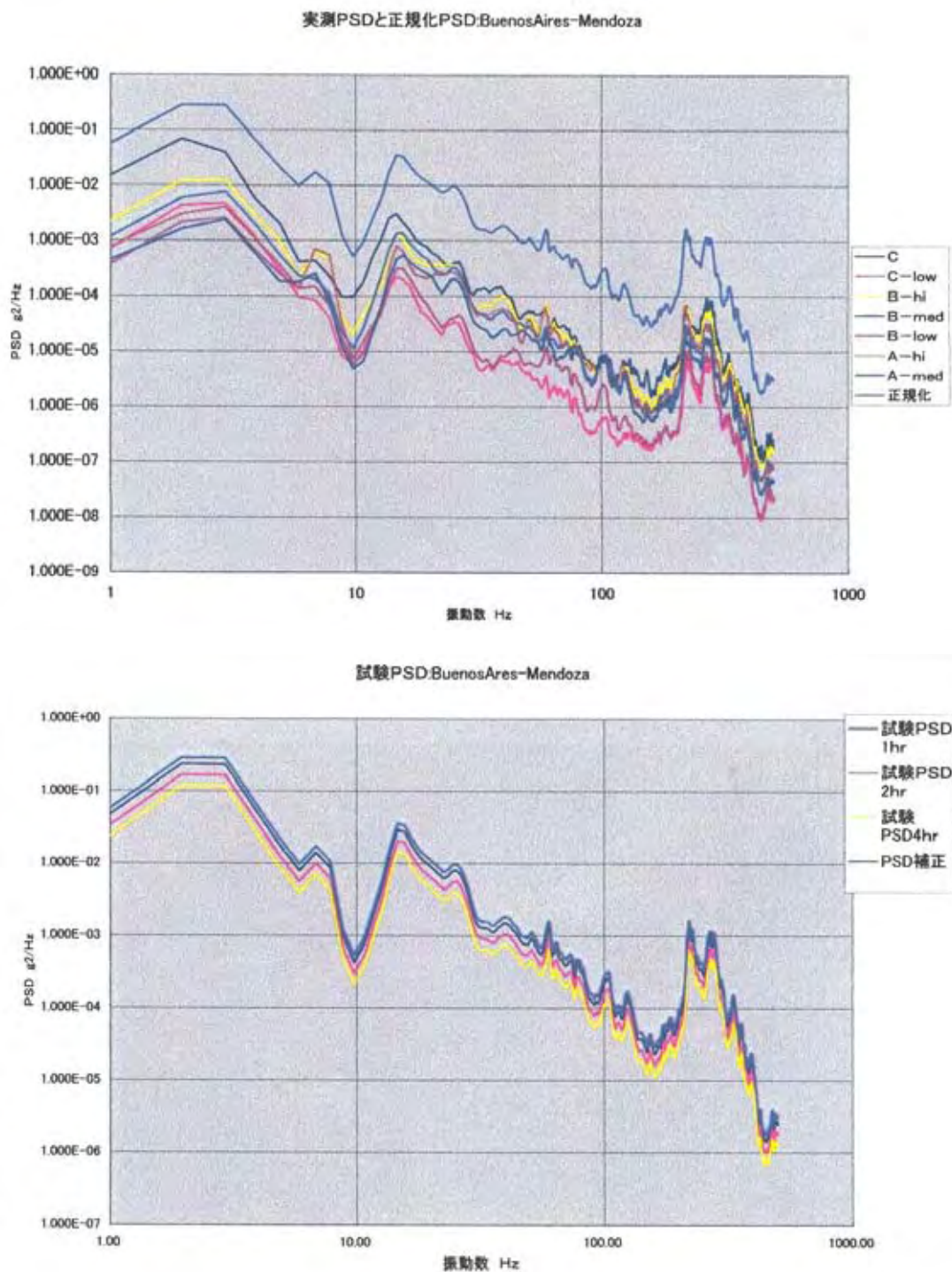
Source: JICA 調査団

図 6.2.3-2 PSD' Argentina



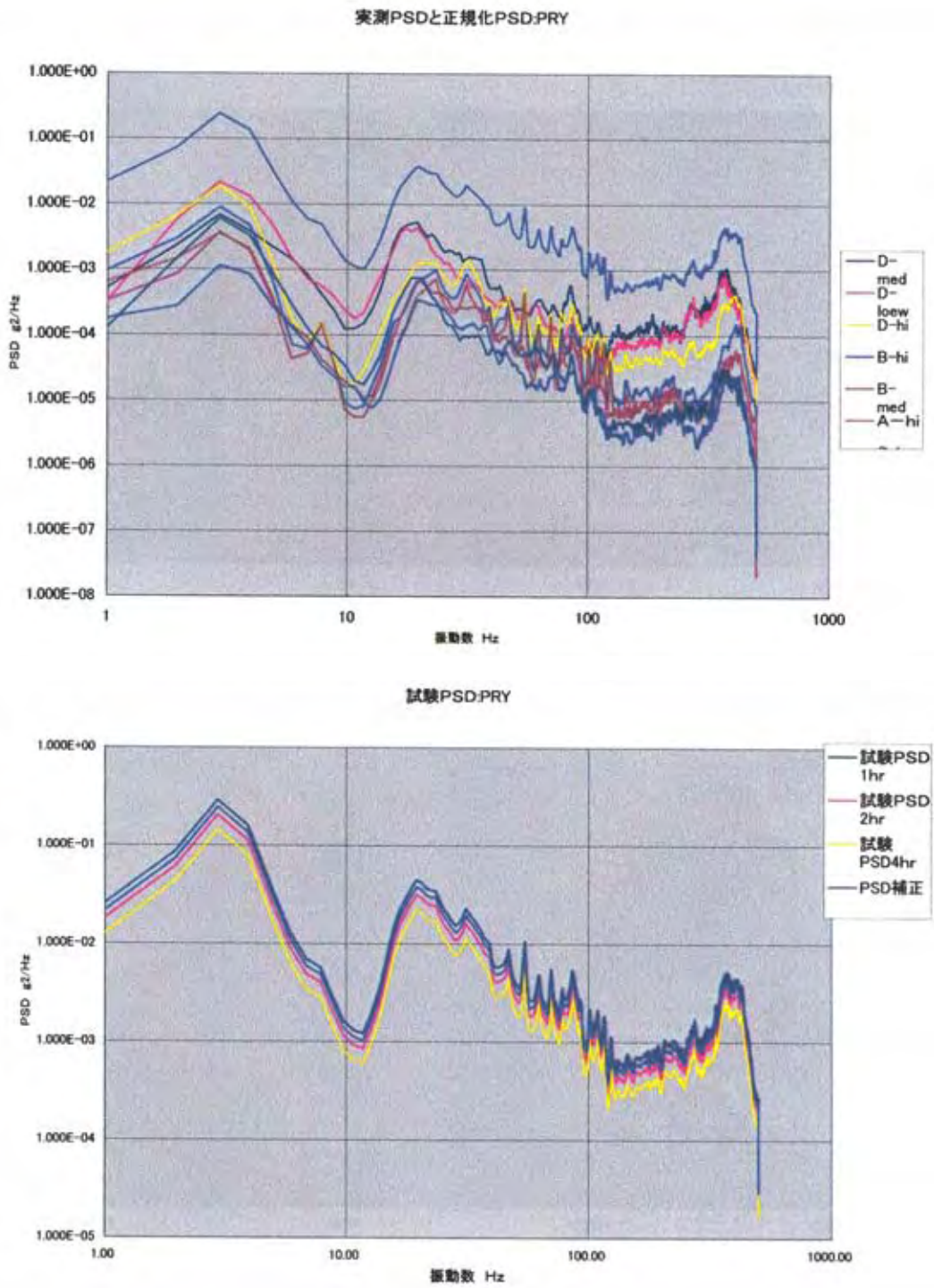
Source: JICA 調査団

図 6.2.3-3 ルー別試験 PSD の比較:2 時間



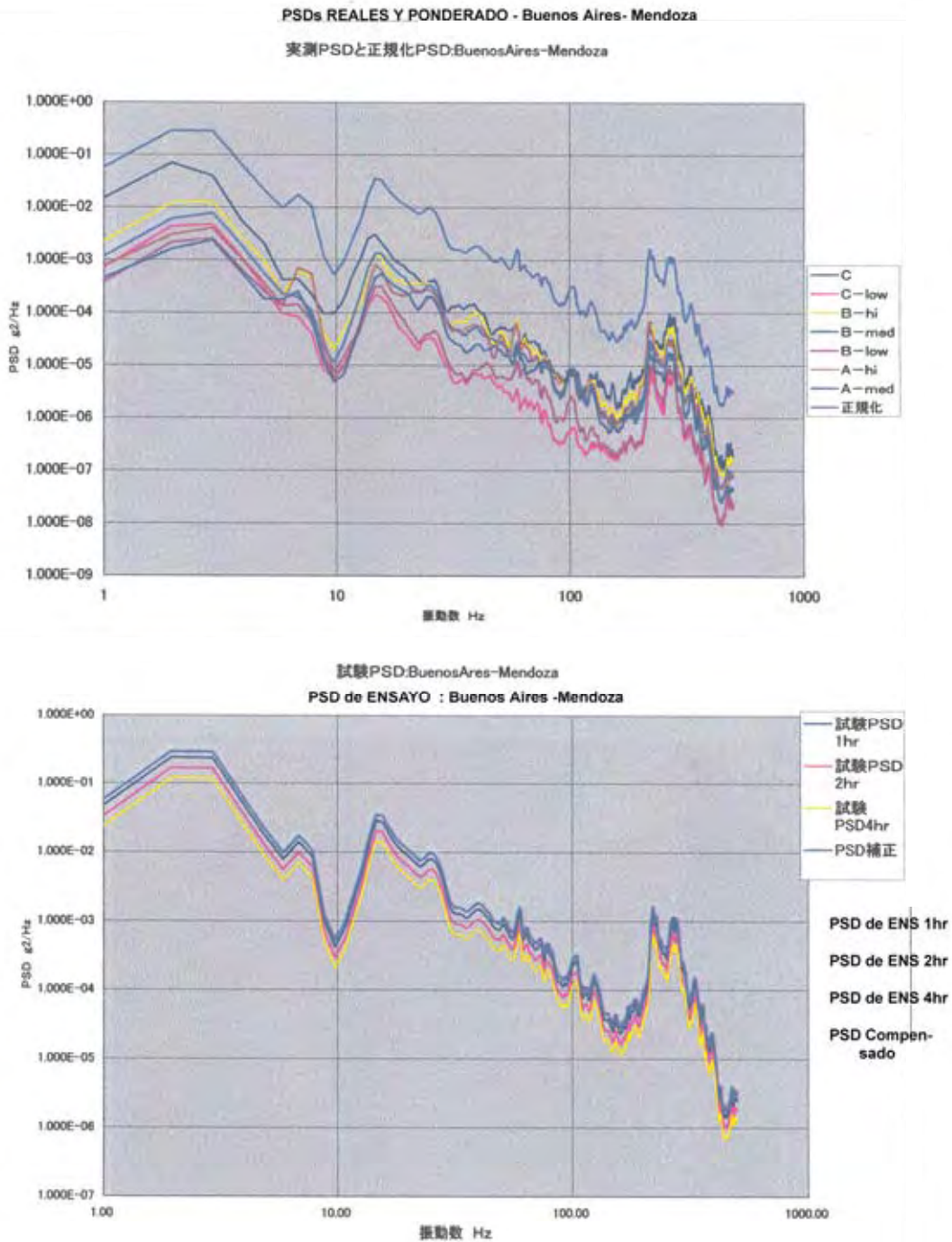
Source: JICA 調査団

図 6.2.3-4 実測 PSD と正規化 PSD BsAs-Mendoza



Source: JICA 調査団

図 6.2.3-5 実測 PSD と正規化 PSD Praguay



Source: JICA 調査団

図 6.2.3-6 実測 PSD と正規化 PSD Motevideo—Rivera

表 6.2.3-3 メルコスール包装試験評価基準値(ガイドライン)

MERCOSUR - TEST CONDITIONS TABLE

Test	Section	Distance (km)	Vibration				Bounce time	10cm Drop number	
			Patern Grms(G)		Test time(h)	Test Grms (G)			
			M:2	M:4		M:2			M:4
Level 1 Bad	Aimogasta - Iguazu & Belem - Sao Paulo	4651	0.261	0.278	1	4.23	0.53	5 min	24
					1.5	4.00	0.48		
					2	0.87	0.45		
					3	0.74	0.41		
Level 2 Medium	BsAs - Mendoza & Loma Plata - Asuncion	1522	0.243	0.231	1	0.70	0.36	5 min	1
					1.5	0.57	0.33		
					2	0.49	0.30		
Level 3 Good	Rosario - BsAs & Motevideo - Rivera	501	0.236	0.24	1	0.41	0.29	5 min	1
					1.5	0.33	0.26		
					2	0.29	0.25		

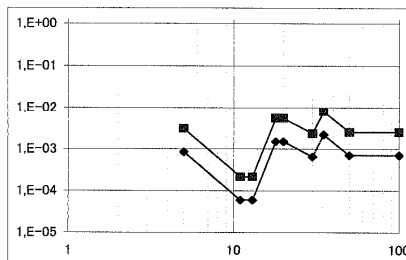
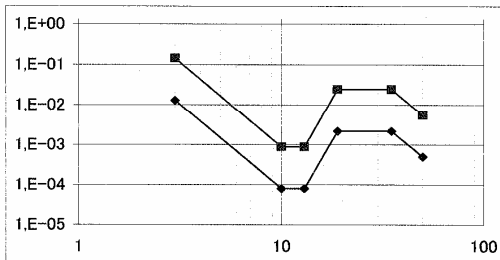
*1) Order of Test 1: Vibration, 2: Bounce, 3: 10cm Drop
 *2) Bounce test : 10Hz, 1.1G
 *3) Shock test : 10cm drop or shock machine test (1.4m/sec)
 Source: JICA 調査団

表 6.2.3-4 メルコスール包装試験条件(区分 1)

MERCOSUR - TEST CONDITIONS TABLE

Oct 22 2006

Level 1	Bad	11,14	3,63
M:2	Grms:0.261	Grms:0.87	Grms:0.271 Grms:0.53
Freq (Hz)	G ² /Hz	G ² /Hz	G ² /Hz
3	0,013	0,14482	
10	0,00008	0,0008912	5 0,00085 0,00309
13	0,00008	0,0008912	11 0,00006 0,00022
19	0,0022	0,024508	13 0,00006 0,00022
35	0,0022	0,024508	18 0,0015 0,00545
50	0,0005	0,00557	20 0,0015 0,00545
			30 0,00065 0,00236
			35 0,0022 0,00799
			50 0,0007 0,00254
			100 0,0007 0,00254



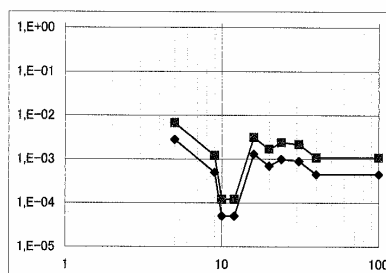
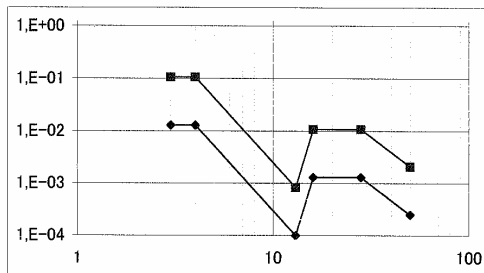
Source: JICA 調査団

表 6.2.3-5 メルコスール包装試験条件(区分 2)

MERCOSUR - TEST CONDITIONS TABLE

Oct 22 2006

Level 2 Medium		8,315		M:4		2,42	
M:2		Grms:0.243		Grms:0.23		Grms:0.36	
Freq (Hz)	G ² /Hz	G ² /Hz	G ² /Hz	Freq (Hz)	G ² /Hz	G ² /Hz	
3		0,0128	0,106432	5	0,0028	0,00678	
4		0,0128	0,106432	9	0,0005	0,00121	
13		0,0001	0,0008315	10	0,00005	0,00012	
16		0,0013	0,0108095	12	0,00005	0,00012	
28		0,0013	0,0108095	16	0,0013	0,00315	
50		0,00025	0,00207875	20	0,0007	0,00169	
				24	0,001	0,00242	
				31	0,0009	0,00218	
				40	0,00045	0,00109	
				100	0,00045	0,00109	



Source: JICA 調査団

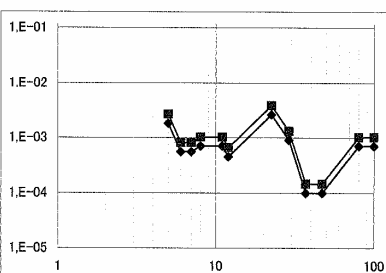
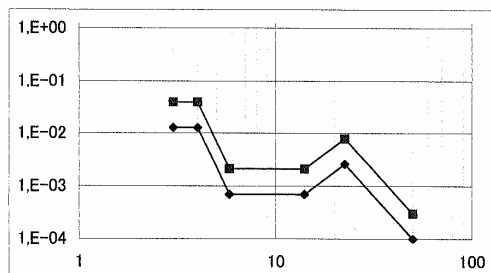
表 6.2.3-6 メルコスール包装試験条件(区分 3)

MERCOSUR - TEST CONDITIONS TABLE

Oct 22 2006

Level 3 Good		3,02		M:4		1,46	
M:2		Grms:0.236		Grms:0.24		Grms:0.29	
Freq (Hz)	G ² /Hz	G ² /Hz	G ² /Hz	Freq (Hz)	G ² /Hz	G ² /Hz	
3		0,0127	0,038354	5	0,0018	0,00263	
4		0,0127	0,038354	6	0,00055	0,0008	
5,8		0,0007	0,002114	7	0,00055	0,0008	
14		0,0007	0,002114	8	0,0007	0,00102	
22,5		0,0026	0,007852	11	0,0007	0,00102	
50		0,0001	0,000302	12	0,00045	0,00066	
				22,5	0,0026	0,0038	
				29	0,0009	0,00131	
				37	0,0001	0,00015	
				47	0,0001	0,00015	
				80	0,0007	0,00102	
				100	0,0007	0,00102	

29



Source: JICA 調査団