

2019 年度自転車等規格標準化事業
事業実施報告書①

ISO/CD 11243:2019 にて提案された リヤキャリアヤの動的試験の検証 (第一報：現行規格との比較)

2020 年 1 月

一般財団法人 自転車産業振興協会 技術研究所

目次

1. 検証実施の背景と目的.....	2
2. 供試品及び使用機材など.....	3
2.1 供試品	3
2.2 試験方法及び測定アプローチ.....	4
2.2.1 試験方法－側方動的試験.....	4
2.2.2 試験方法－垂直方向動的試験.....	5
2.2.3 測定アプローチ.....	6
3. 測定結果	7
3.1 側方動的試験	7
3.2 垂直方向動的試験.....	8
4. 解析と考察	10
4.1 各規格における試験のダメージ比較.....	10
4.2 側方動的試験と垂直方向動的試験を同一サンプルで行う場合の影響について	12
5. 実走行時との比較（予備検証）	13
5.1 背景	13
5.2 供試車と走行路	13
5.2.1 供試車	13
5.2.2 予備検証の走行路と走行条件.....	13
5.3 測定結果及び解析.....	15
5.3.1 各部のひずみとリヤキャリヤに負荷される力.....	15
5.3.2 上下及び前後の力の方向.....	15
5.4 解析と考察	19
5.4.1 寿命計算	19
5.4.2 第二報に向けて.....	21
6. まとめ	22
取得波形一覧（ひずみ 8 か所、加速度 3 方向）	23

1. 検証実施の背景と目的

自転車向けラゲッジキャリアの国際規格である ISO 11243 (Cycles—Luggage carriers for bicycles—Requirements and test methods) は、1994年に第一版が発行され、2016年に改正が実施された。2016年の改正内容については EN 14872:2006 (Bicycles—Accessories for bicycles. Luggage carriers) をベースにしたものである。その発行から2年後の2018年6月に、アメリカ・ブルーミントンで開催された ISO/TC149/SC1 国際会議にて、オランダから ISO 11243 の改正が提案され、ISO/TC149/SC1 国際会議での決議を経て、新しく設置された WG16 にて改正作業が進められることとなった。

改正提案内容の根拠としては、オランダによる EPAC を用いた検証試験結果がベースとなっており、試験方法における主な改正提案内容は以下のとおりである。

- ① 1つの試験体で垂直方向動的試験と側方動的試験と衝撃試験を実施
- ② 実走行時に即した状況とすべく、垂直方向動的試験の試験方法変更
- ③ 実走行時と比べ過酷である側方動的試験の試験回数の変更(100 000 回 ⇒ 2 000 回)
- ④ 実走行時に即した状況とすべく、垂直方向の衝撃試験の追加
- ⑤ 実走行時に即した状況とすべく、前後方向の静的強度試験の追加
- ⑥ 子供載せと互換性のあるリヤキャリアを使用する場合の追加試験

2019年6月27日に開催された TC149/SC1/WG16 国際会議にて、ISO/CD 11243:2019 (以後 CD と呼ぶ) についての議論が交わされ、特に上記①、③については日本から反対意見を出したものの、スウェーデン以外の参加各国からは大きな反対もなく、上記項目については概ね CD の提案内容で第2次 CD 発行段階に進むこととなった。

①については、実走行時の状況を考えれば1つの試験体に上下・前後・左右方向すべての方向に負荷が生じる、というのは妥当である点、及び ISO 11243:2016 (以後 ISO と呼ぶ) においても1つの試験体で実施しても良いという規定であったため、現時点では CD での提案内容維持の形となった。③については試験条件が相当に緩くなる方向への大きな変更であるため、第2次 CD 発行後の次回 WG16 国際会議 (2020年6月頃を予定) に向け、日本から根拠となるデータ収集を行い、①も含めて改めて日本として意見を出すこととした。なお、④については改正提案資料には言及されていたが、CD に試験方法が記載されておらず、⑥についても CD の内容が不完全な状態であった。

本報告は、データ収集結果の第一報として、代表的なリヤキャリアにおける ISO の試験による負荷と CD にて提案された試験方法による負荷の比較を行った結果、及び実走行試験の予備検証結果をまとめた。

加えて、本報告では、リヤキャリアの JIS 規格である JIS D 9453:2013 (自転車—リヤキャリア及びスタンド) (以後 JIS と呼ぶ) との比較も行った。JIS については ISO 11243:1994 が対応国際規格であるが、日本特有の事情を反映し、技術的内容が変更されている。ISO とは動的試験で用いるおもりの形状が異なるため、その違いについても検証した。

2. 供試品及び使用機材など

2.1 供試品

供試品として、シティ車タイプの電動アシスト自転車（26 インチ）に取り付けられていたクラス 27 のリヤキャリアを用いた。仕様としてはダボ止め、ステンレス製であり取り外し可能な、標準的な形のリヤキャリアである。自転車取り付け時の大まかな寸法を図 1 に示す。

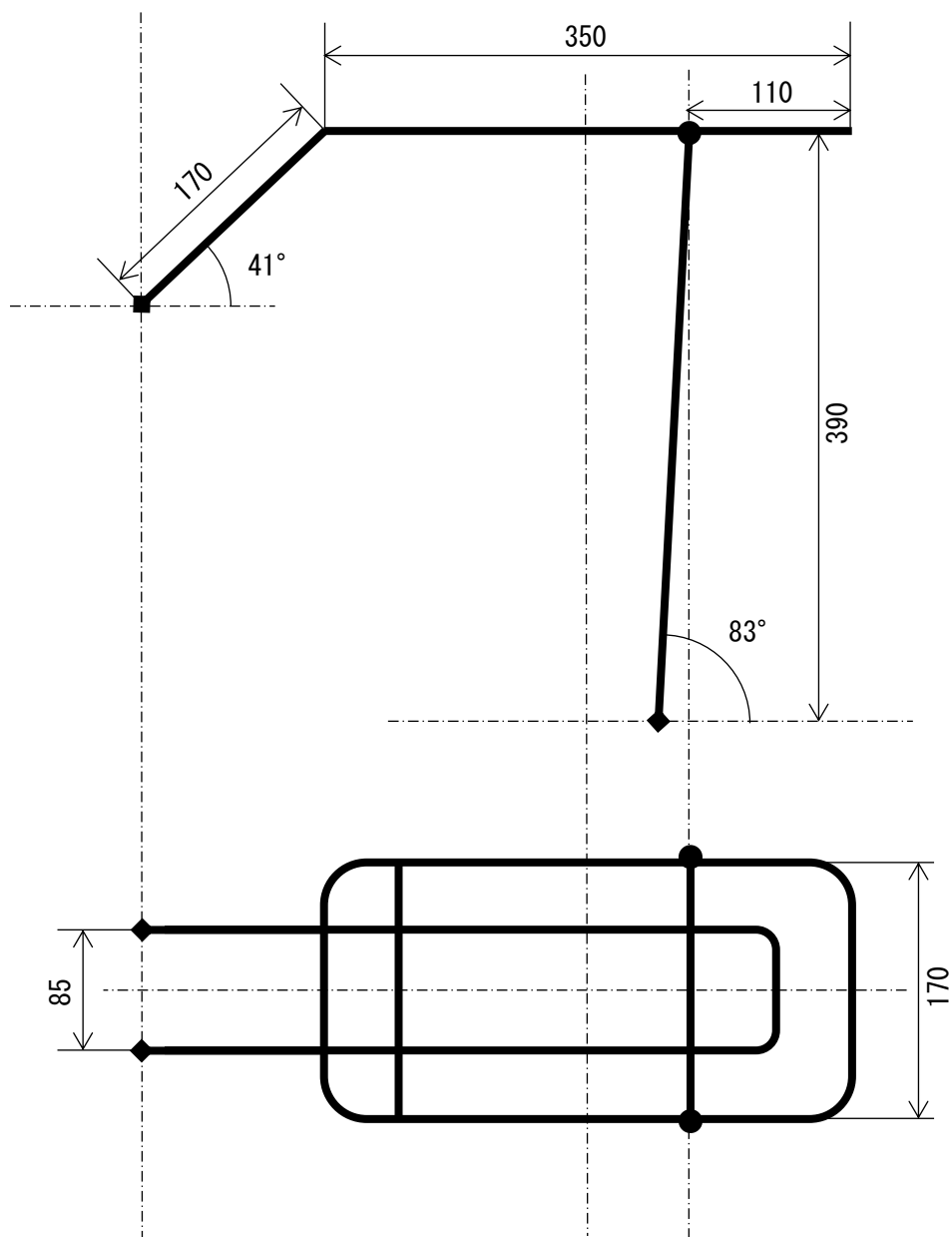


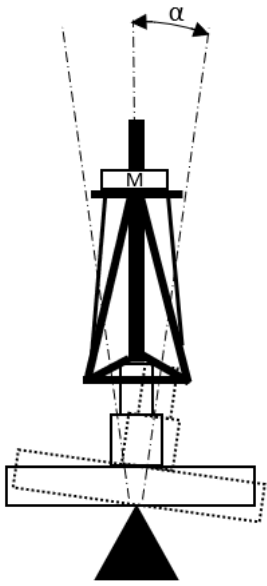
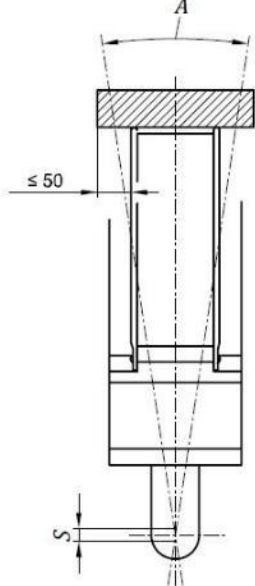
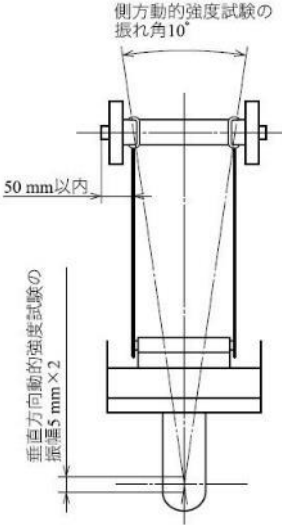
図 1 供試品の大まかな寸法

2.2 試験方法及び測定アプローチ

2.2.1 試験方法一側方動的試験

各規格における主な試験条件を表1にまとめた。各規格でおもりの形状や取り付け位置等が異なるが、用いた試験機は同一である。

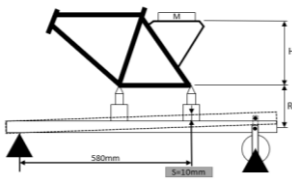
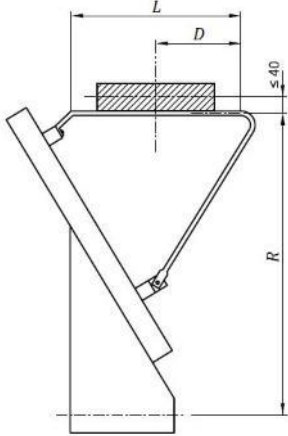
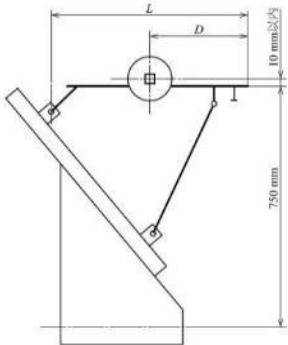
表1 各規格における主な試験条件（側方動的試験）

	ISO/CD 11243:2019	ISO 11243:2016	JIS D 9453:2013
試験 イメージ 図			
おもり 質量	質量別クラスに等しい質量（クラス 27 = 27 kg）		
おもり 取付位置	$D = L/2$ mm（キャリアプラットフォームの中央）	$D = 100$ mm（リヤキャリアの後部から 100 mm） 注）D 寸法については表 2 参照	
おもり 形状、 重心位置 など	1 つまたは複数のおもりをキャリアプラットフォームの上面の 70 %以上の面積に均等に配分。おもりの重心はおもりの取り付け位置中心と一致し、またプラットフォームの上部の中心線から 40 mm 以内。おもりの合計幅は、プラットフォームの幅を 100 mm 以上超えない。		おもりの重心高さがキャリアプラットフォームの上部の中心線から 10 mm 以内。おもりの全幅はキャリアプラットフォーム幅の外側 100 mm 以内
回転半径	車輪径 R + プラットホーム高さ H	750 mm	
揺動角	$\alpha = 5^\circ$ （振れ角 10° ）	$A = 10^\circ$	振れ角 10°
試験回数	2 000 回	100 000 回	

2.2.2 試験方法—垂直方向動的試験

各規格における主な試験条件を表 2 にまとめた。CD のみ試験機や試験周波数が異なるため、簡易的ではあるが規格の条件に合致する試験機を作成した。ISO と JIS は同じ試験機を用いた。おもりの形状も CD 及び ISO と JIS では異なる。

表 2 各規格における主な試験条件（垂直方向動的試験）

	ISO/CD 11243:2019	ISO 11243:2016	JIS D 9453:2013
試験 イメージ 図			
おもり 質量	質量別クラスに等しい質量（クラス 27 = 27 kg）		
おもり 取付位置	$D = L/2$ mm（キャリアプラットフォームの中央）		
おもり 形状、 重心位置 など	1 つまたは複数のおもりをキャリアプラットフォームの上面の 70%以上の面積に均等に配分。おもりの重心はおもりの取り付け位置中心と一致し、またプラットフォームの上部の中心線から 40 mm 以内。おもりの合計幅は、プラットフォームの幅を 100 mm 以上超えない。		おもりの重心高さがキャリアプラットフォームの上部の中心線から 10 mm 以内。おもりの全幅はキャリアプラットフォーム幅の外側 100 mm 以内
回転半径	580 mm		
おもりの 高さ	車輪径 R + プラットホーム高さ H		
上下スト ローク幅	10 mm		
試験 周波数	5 Hz	7 Hz	
回数	100 000 回		

2.2.3 測定アプローチ

各試験におけるリヤキャリア各部への負荷を比較するため、ひずみゲージをサドル側前ステア4箇所、後部キャリア足4箇所の計8箇所に取りつけた。実際に破断することが多いのはフレームとの固定部付近（ねじ止めのため扁平に加工してある部分）ではあるが、貼付スペースがないため、ステアやキャリア足の丸棒の根元部にひずみゲージを貼り付けた。図2に貼り付けの様子の一部を示す。

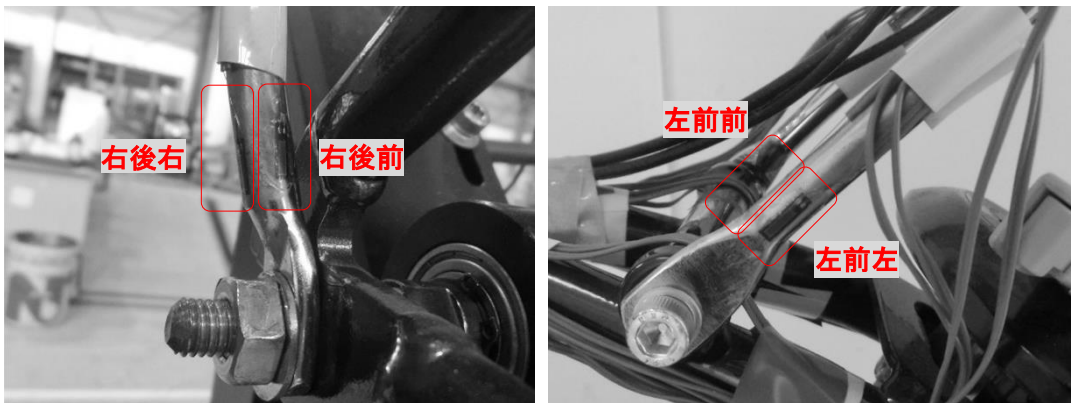


図2 ひずみゲージ貼り付け位置（左：キャリア足右側、右：サドル側前ステア左側）

加えて、おもりにより生じる上下・前後・左右方向の力の状態を把握するため、おもりの重心位置付近に加速度計（垂直、水平、側面）を取り付けた。加速度とおもりの質量（27 kg）の積をリヤキャリアに負荷される力とした。測定した力の方向を図3に示す。

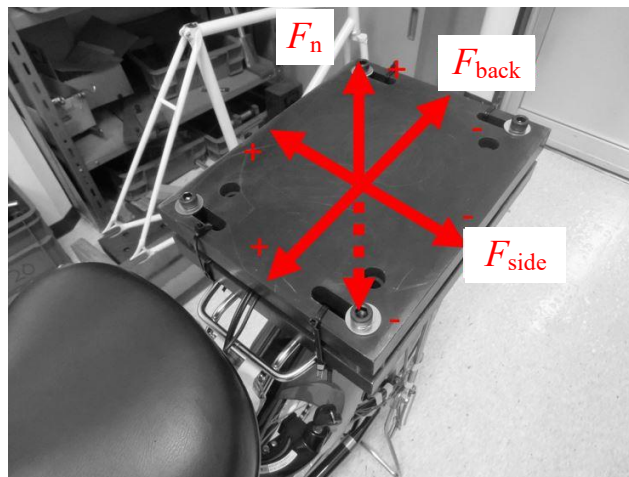


図3 力の方向

ひずみゲージは株式会社共和電業製の汎用箱ひずみゲージ、データロガーは株式会社東京測器研究所製のマルチレコーダコントロールユニット（TMR-200シリーズ）、加速度計は株式会社東京測器研究所製の高感度加速度計を用いた。測定周波数は100 Hzとした。

3. 測定結果

3.1 側方動的試験

図 4 に各試験 120 秒間におけるひずみゲージで測定した各部ひずみの最大値と最小値の差 (P-P 値)、図 5 に各方向の力の P-P 値をまとめた。なお、ひずみや力 (加速度) の取得波形については取得波形一覧にまとめた。

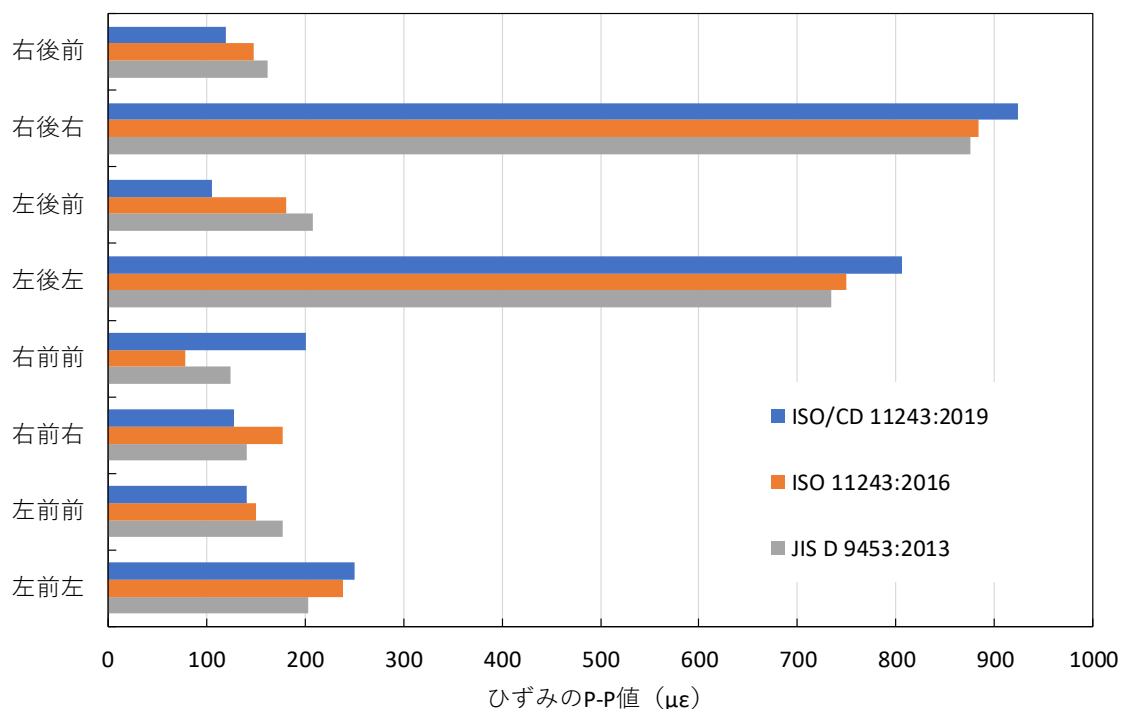


図 4 各部ひずみの P-P 値 (側方動的試験)

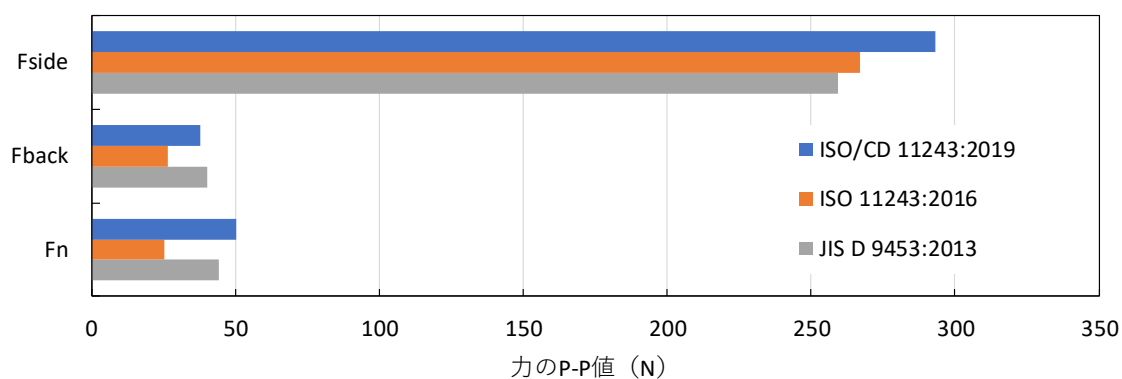


図 5 各方向におもりにより生じる力の P-P 値 (側方動的試験)

図 4 及び図 5 より、各規格の側方動的試験は F_{side} が大きいため、キャリヤ足側面のひずみが大きくなっており、その他の箇所についてはそれほど大きなひずみが生じない点では

共通していた。また、フレーム、ジグ取り付けなどの影響もあるが、おもりの取り付け位置が変わったことで、CDによる試験では F_{side} やキャリヤ足側面への負荷がやや大きくなった。JIS と ISO では大きな違いは見られなかった。

3.2 垂直方向動的試験

図 6 に各試験 120 秒間におけるひずみゲージで測定した各部ひずみの最大値と最小値の差 (P-P 値)、図 7 に各方向の力の P-P 値をまとめた。

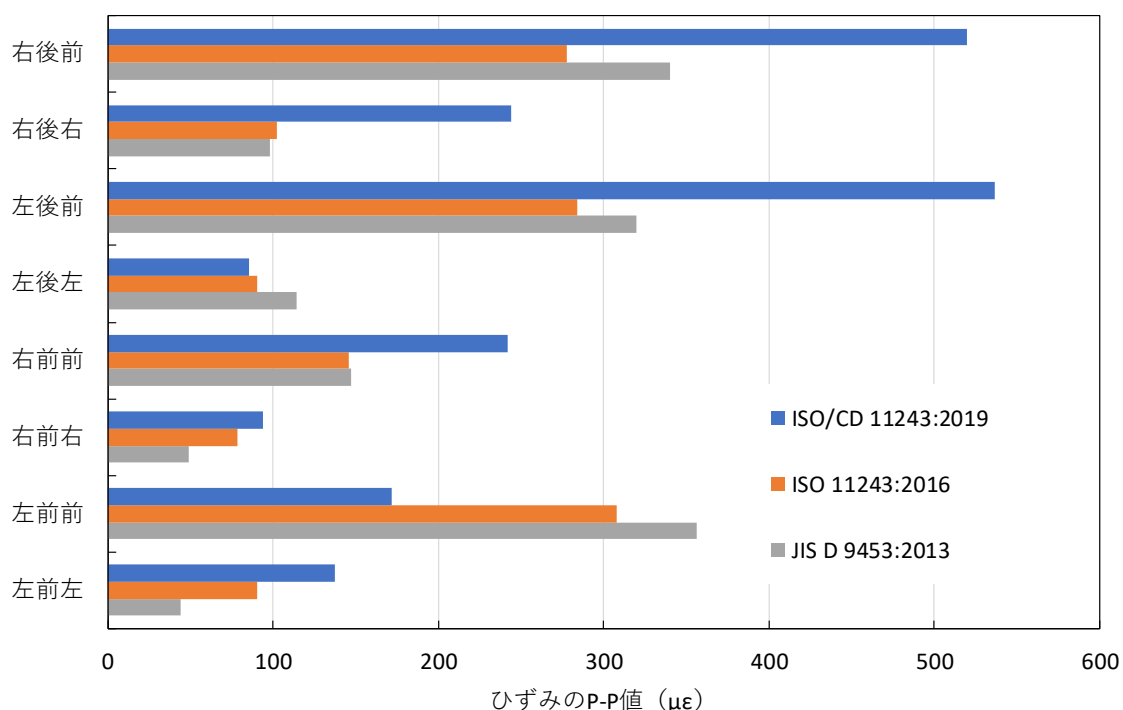


図 6 各部ひずみ量の P-P 値 (垂直方向動的試験)

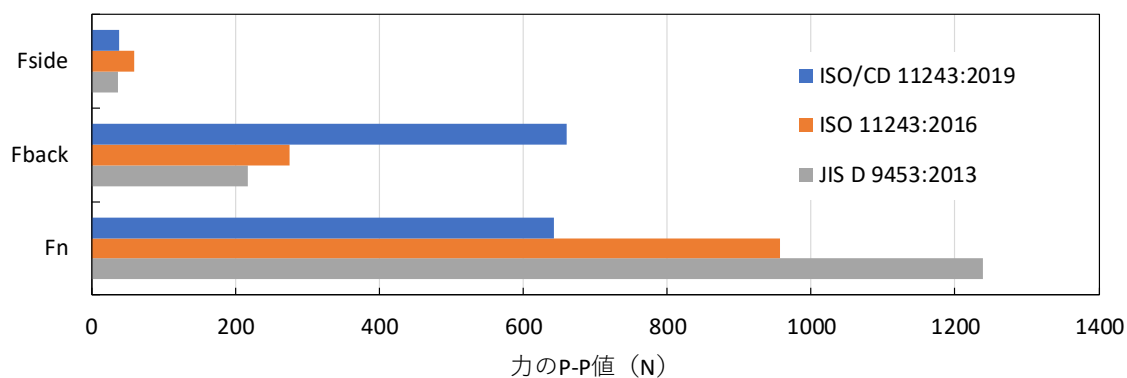


図 7 各方向におもりにより生じる力の P-P 値 (垂直方向動的試験)

ジグ取り付けなどの影響もあり、各試験において、左右のひずみの傾向が変わるものがあった。図8に左右のひずみのP-P値の平均値をまとめた。

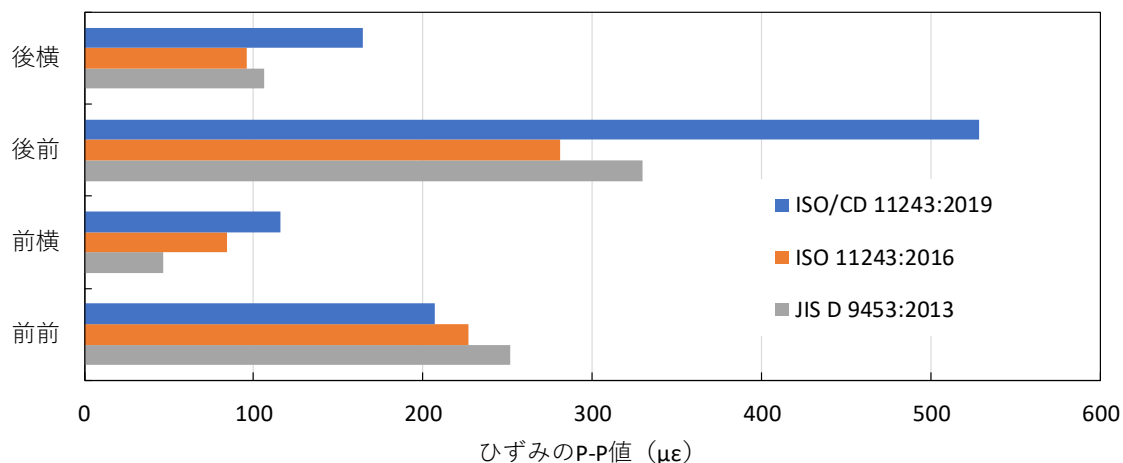


図8 各部ひずみのP-P値・左右の平均（垂直方向動的試験）

図6、図7及び図8より、各規格における垂直方向動的試験では、 F_{side} はほとんど生じず、キャリヤ足及びサドル側前ステアの側面のひずみがそれほど大きくなかった点で共通していた。CDの試験方法における、JISやISOとの明確な違いとしては、キャリヤ足の前面のひずみ及び F_{back} が大幅に増加している点、及び F_n が大幅に減少している点が挙げられる。これは試験周波数の減少及び力の負荷方向が変わっているためである。試験周波数が7Hzから5Hzに減少することで、垂直方向に生じる加速度は計算上おおよそ半分となる（試験周波数の2乗に比例する）ため、 F_n の減少はその通り約半分となった。

次に力の負荷方向について、図9に各試験で生じた上下及び前後方向の力をXY座標にプロットしたグラフと、力の負荷方向を示す。ISOやJISではほぼ垂直方向への力の負荷となっているが、CDでは約45°進行方向（前方）に傾いた方向への力の負荷となる。このため、キャリヤ足の前後方向に対する曲げ力が大きくなることから、キャリヤ足前面のひずみも大きくなった。

またJISとISOの比較では、JISの方が、 F_n が大きかった点が挙げられる。これはおもりの取り付け方法によりキャリヤのたわみ方が変わった影響と考えられ、前ステアやキャリヤ足の前面のひずみもJISの方が大きくなっていた。

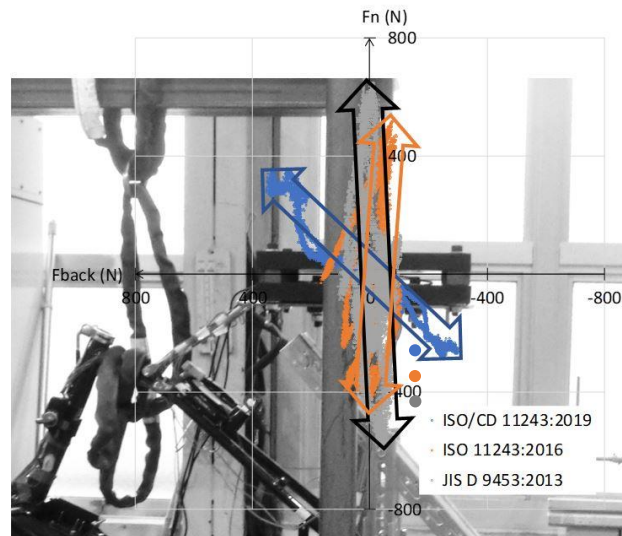


図9 力の負荷方向

4. 解析と考察

4.1 各規格における試験のダメージ比較

各測定で得られたひずみの P-P 値、及び各規格の試験回数を用いて、各試験でのダメージ（累積疲労損傷度）の比較を行った。ダメージの計算方法としては、規定の負荷により生じるひずみを規定の試験回数ちょうど負荷した時に何らかの破損が生じる、と想定したりヤキャリヤの仮想の S-N 曲線を作成してダメージの計算を行うこととした。ISO の各動的試験を計算基準とし、各規格の動的試験を終えた製品は、ISO の試験方法で得るダメージの〇〇%のダメージを得た、という計算を行った。

なお、仮想の S-N 曲線については、

$$\sigma = \sigma_D \left(\frac{N}{N_D} \right)^{\frac{1}{k}}$$

σ_D : 試験で生じるひずみの P-P 値 ($\mu\epsilon$)

N_D : 規定の試験回数 (回)

k : Wöhler exponent

で表される曲線とした。ダメージについては、上記 S-N 曲線を用いて累積疲労損傷則による累積疲労損傷度

$$D = \sum_{i=1}^m \frac{n_i}{N_D} \cdot \left(\frac{\sigma_i}{\sigma_D} \right)^k$$

にて計算した。

k については自転車部品の寿命の研究等において $k=6\sim 12$ 程度の値が良く用いられている¹⁾。ただ、これらの研究では主にフレーム体やハンドルバー、シートポストの寿命計算を

実施しているため、リヤキャリヤでも適用可能かどうか、データ数は少ないが実際のキャリヤを用いて k 値を測定した。

k の計算については、リヤキャリヤ 1 銘柄（本計算で用いたのはクラス 18 のリヤキャリヤ）を用い、JIS の方法による側方動的試験を、様々な質量のおもりで行った際に実際に破損した回数と、おもりの質量及びおもり重心の左右方向加速度から計算した F_{side} の P-P 値のグラフ（図 10）を作成し、その近似曲線である S-N 曲線から求めた。

図 10 に示す結果より、破損回数と F_{side} については良い相関関係があり、その近似曲線の指数は -0.174 であったことから $k = 5.74$ であった。低負荷時のデータが少ないことや、1 銘柄でしか検証していない点は考慮しなければならないが、 $k = 6$ についてはまずまず妥当な数字と考えられるため、本計算においても $k = 6$ を用いて計算することとした。

ダメージ比較は各動的試験において、ひずみの大きいキャリヤ足の前面及び側面の左右のひずみの P-P 値の平均値にて評価した。ダメージ計算の元となる S-N 線図を図 11 に、ダメージ計算結果を表 3 にまとめた。

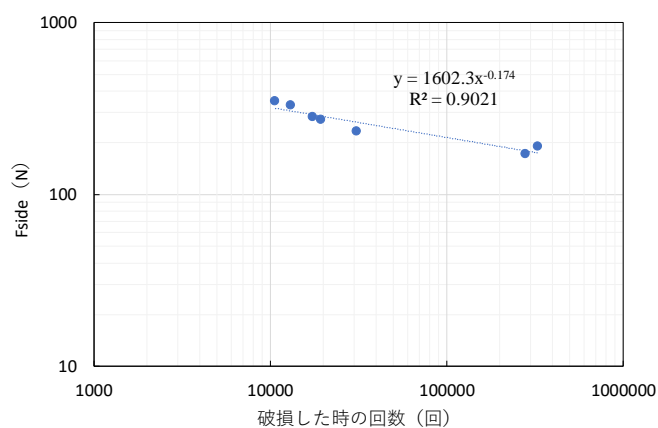


図 10 あるクラス 18 キャリヤの S-N 線図

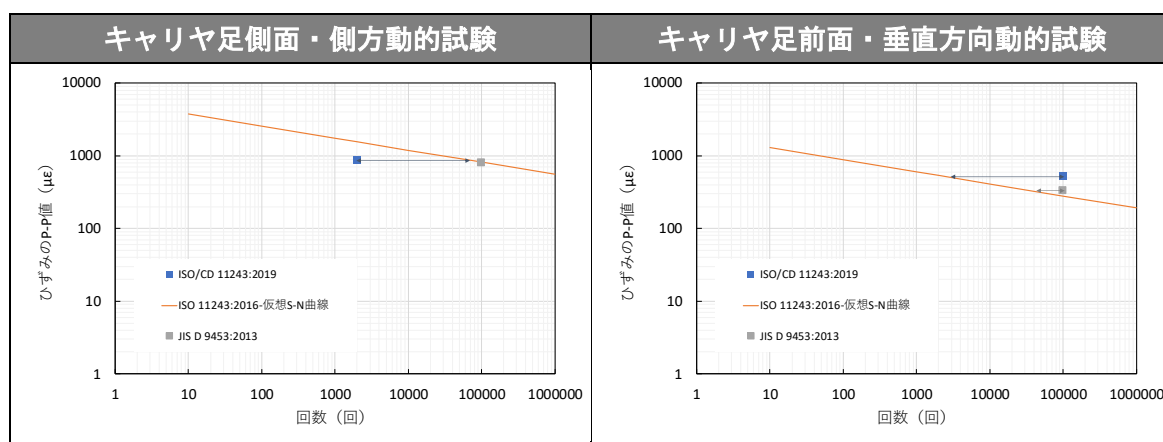


図 11 S-N 線図

表 3 ダメージ比較 (ISO 11243:2016 を 100 %とした時)

	ISO/CD 11243:2019	JIS D 9453:2013
キャリヤ足側面・側方動的試験	2.8 %	91.5 %
キャリヤ足前面・垂直方向動的試験	4426.2 %	262.3 %

表 3 から、今回検証に使用したリヤキャリヤでは、ISO と比較し、

- ・ CD の側方動的試験は 3 %程度、JIS の側方動的試験は 90 %程度のダメージを与える
- ・ CD の垂直方向動的試験は約 44 倍のダメージ、JIS の垂直方向動的試験は約 2.6 倍のダメージを与える

ということが分かった。側方動的試験については、CD では試験回数が 50 分の 1 に減らされた提案のため、ダメージについてもその分減っていた。垂直方向動的試験については、オランダの検証結果 (CD の垂直方向動的試験のダメージは ISO の 38 倍) と近い結果になった。

4.2 側方動的試験と垂直方向動的試験を同一サンプルで行う場合の影響について

図 4～図 9 より、側方及び垂直方向の各動的試験では力の負荷方向が異なる試験であり、それにより生じるひずみの傾向も異なるものであるため、各動的試験については同一サンプルでの実施、新たな別サンプルでの実施ともに大きな結果の差異は見られないと思われるが、実際はどうなのかを検証するため、クラス 18 のリヤキャリヤ 1 銘柄にて、

- ・ CD による垂直方向動的試験を 10 万回実施した後、CD の側方動的試験を実施した時の破損までの試験回数
- ・ 新品状態から CD の側方動的試験を実施した時の破損までの試験回数

の 2 パターンの測定を実施した。結果を表 4 にまとめるが、結果としては側方動的試験において、ともに 30 万回以上の試験回数において破損は見られなかった。そのため、垂直方向動的試験が側方動的試験に及ぼす影響はほとんどないと考えられる。各動的試験がそれぞれに影響を及ぼさないということは、動的試験と衝撃試験を実施するなど、他に負荷が影響する試験を加味しない限りは、各動的試験を同一サンプルで実施する、あるいは別の新たなサンプルで実施するどちらを選択しても良いということである。本検証については他のリヤキャリヤにおいても引き続き実施する。

表 4 垂直方向動的試験の有無による側方動的試験の破損までの試験回数

試験内容	試験回数
CD による垂直方向動的試験 10 万回後、 CD による側方動的試験を実施	垂直方向動的試験 10 万回 +側方動的試験 30 万回で異常なし
CD による側方動的試験のみ	側方動的試験 30 万回で異常なし

5. 実走行時との比較（予備検証）

5.1 背景

実走行時の測定結果については、第二報にて詳細を報告する予定であるが、その予備的な測定として、当所付近を走行し、データ取得を実施した。前述の通り、オランダは EPAC の実走行での測定結果をもとに CD を提案しているが、日本仕様の電動アシスト自転車や、電源オフ時など駆動補助出力がない状態の自転車での測定結果や、日本の走行環境は当然考慮されていない。そのため、CD で提案されている試験方法が、日本の自転車において妥当なのか、実走行でのデータ収集を行い検証する必要がある。

5.2 供試車と走行路

5.2.1 供試車

供試車として、車輪径前後 26 インチ、U 形フレーム、クラス 27 キャリヤの、シティ車タイプの電動アシスト自転車を用いた。なお、これまで試験機での検証に用いたクラス 27 リヤキャリヤについては、この車両から採取したものである。

5.2.2 予備検証の走行路と走行条件

予備的な測定として、当所付近の市街地を走行した。コースは 1 周約 2.8 km であり。平坦な路、緩やかな上り・下り坂、点字ブロック上、交差点などを含んでおり、普通自転車が走行可能な走行路である。走行路の概要と主な走行路例を図 12 にまとめた。

また、リヤキャリヤには CD で規定されている寸法の、質量 27 kg のおもりをリヤキャリヤプラットフォームの中央（CD の動的試験のおもり固定位置と同じ）に固定した。アシストオン時の走行モードは駆動補助出力が最も大きくなるモードであり、変速段はギヤ比が最も大きくなる段に設定した。乗員体重は 68 kg であり、前かごに総重量約 4 kg の測定機材を載せた。走行速度は成り行きとした。



図 12 走行路の概要と主な走行路例

5.3 測定結果及び解析

5.3.1 各部のひずみとリヤキャリアに負荷される力

図 13 及び図 14 に、アシストオン及びオフの状態において、2.8 km の市街地実走行で測定した各ひずみ、力の波形について、レインフロー法による頻度解析を行った結果をまとめた。測定の際の取得波形については取得波形一覧にまとめた。加えて、キャリア足やサドル側前ステーの前面のひずみ、及び F_n や F_{back} の頻度解析結果には CD、ISO 及び JIS の垂直方向動的試験にて負荷されるひずみ、側面のひずみや F_{side} の結果には CD、ISO 及び JIS の側方動的試験で負荷されるひずみ及び F_{side} の、各規定回数実施相当の頻度解析結果（レインフロー法では半サイクル分の波の全振幅を 1 カウントとするため、カウント数＝規定回数の 2 倍、ひずみ＝ひずみの P-P 値）も重ねてプロットした。

まず、実走行時のひずみの大きさについて、図 13 より、キャリア足の前面及び側面のひずみが大きかった。また、図 13 及び図 14 より、各動的試験で生じるひずみや力と比較すると、市街地実走行では各規格の垂直方向動的試験で生じる以上のひずみや力が 10～100 カウント程度生じていた。側方のひずみや力については、市街地実走行で生じる最も大きなひずみや力が側方動的試験程度となっていた。

次にアシストオン・オフの差については、頻度解析結果では、赤丸が黒丸の上あるいは右方向にある、すなわちアシストオンの方がやや大きなひずみや力が生じていた。

5.3.2 上下及び前後の力の方向

図 15 に市街地実走行で生じた上下及び前後方向の力を XY 座標にプロットしたグラフを示す。加えて、CD、ISO 及び JIS の垂直方向動的試験において負荷される力も示した。

図 15 より、市街地実走行では前後方向への力も加わっており、今回の CD の試験方法で前後方向に力を加えているのは、妥当であると考えられる。一方で、上下前後方向の力については 5.3.1 でも述べたように、各動的試験以上の力が負荷される状況が含まれていた。

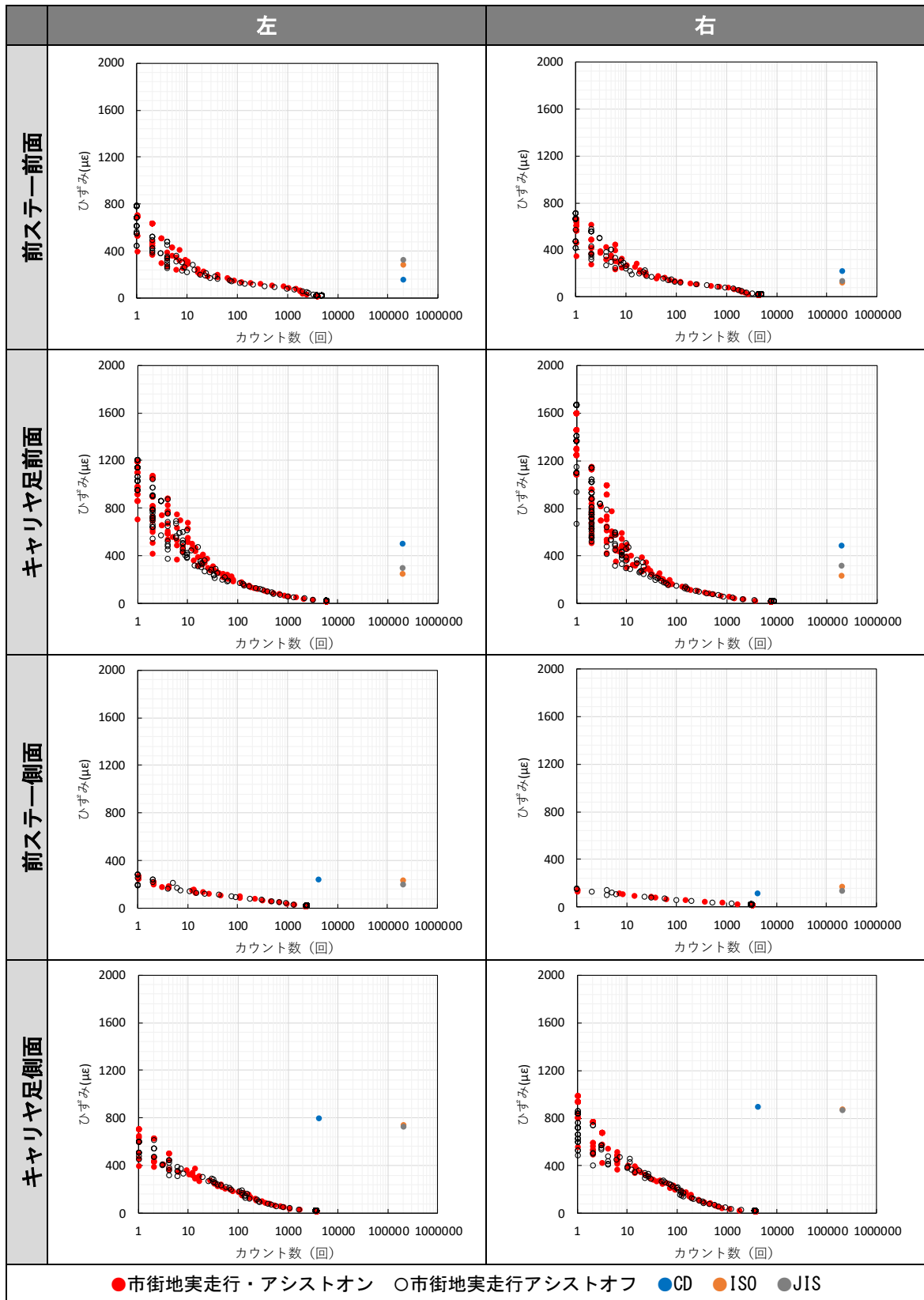
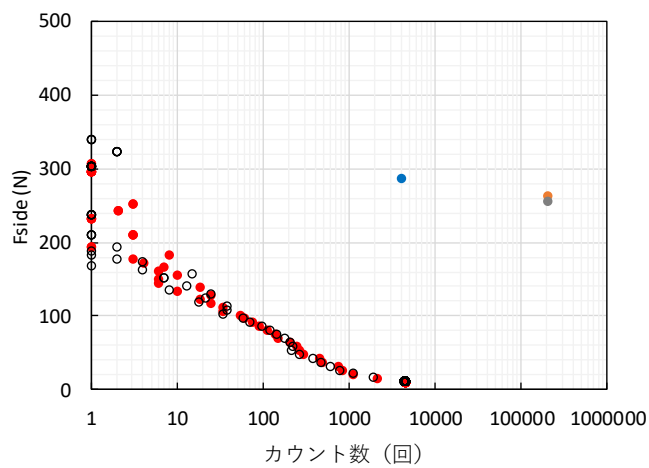
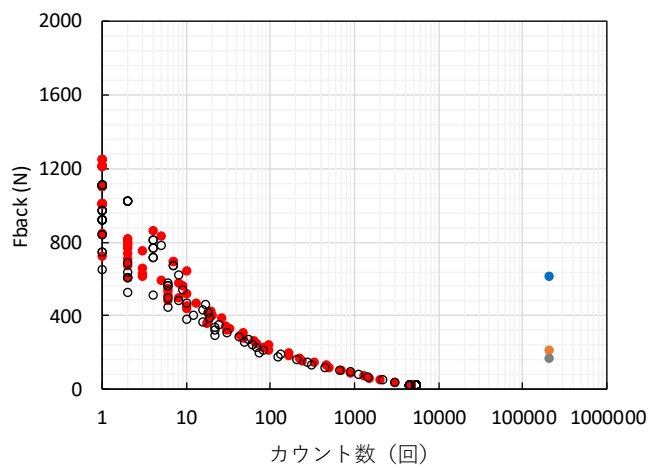
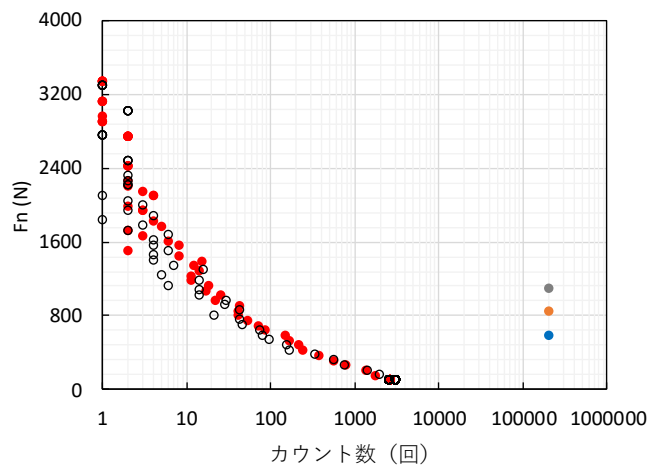


図 13 頻度解析結果 (ひずみ)



●市街地実走行・アシストオン ○市街地実走行アシストオフ ●CD ●ISO ●JIS

図 14 頻度解析結果 (上: F_n 、中: F_{back} 、下: F_{side})

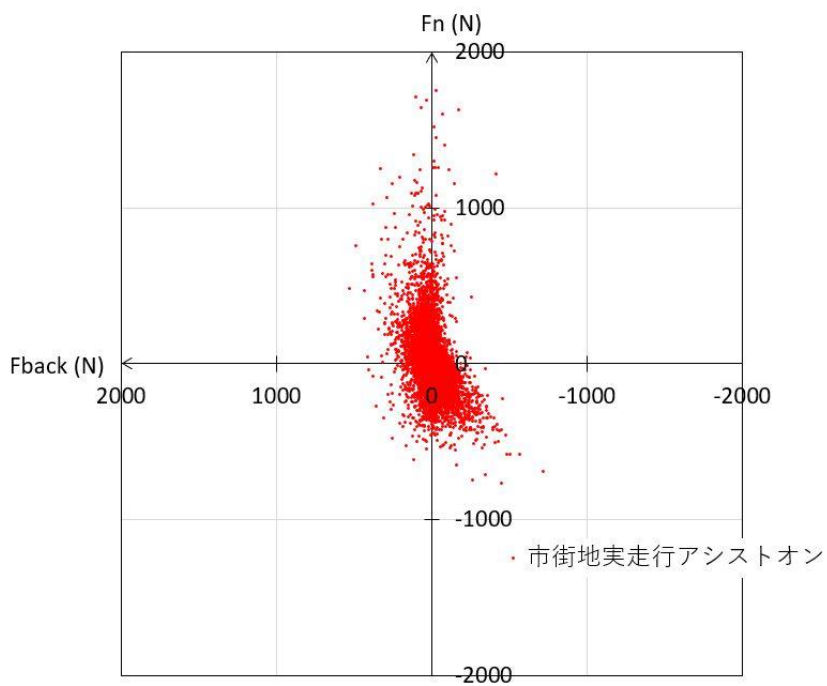
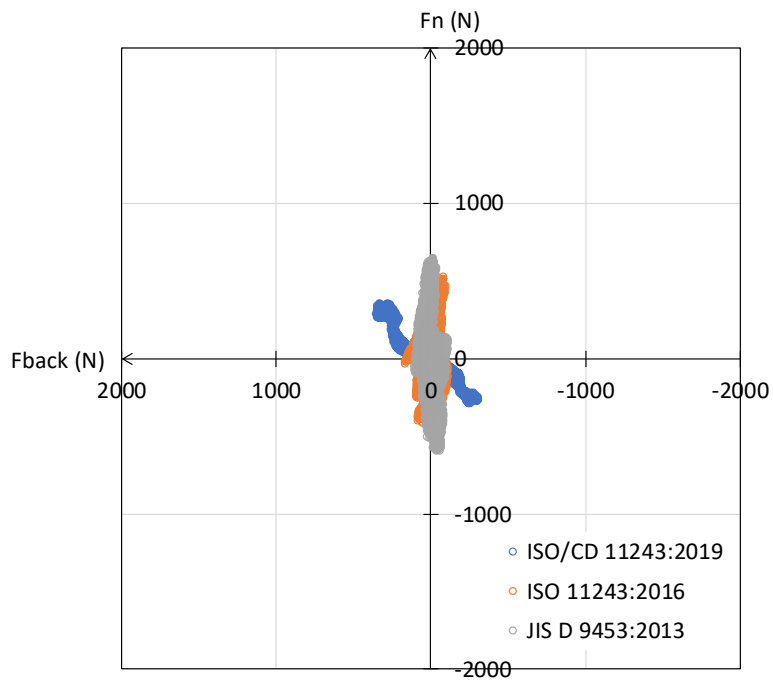


図 15 力の負荷方向（上：各垂直方向動的試験、下：市街地実走行・アシストオン）

5.4 解析と考察

5.4.1 寿命計算

これまでは、ひずみや力の大きさについて述べてきたが、ここでは、市街地実走行の頻度解析結果を用い、各動的試験で担保される最低寿命を計算した。

計算対象としたのは、垂直方向動的試験においては右キャリヤ足の右前面（右前前）、側方動的試験においては右キャリヤ足の右側面（右後右）である。各動的試験の規定回数でちょうど破損する製品と仮定した S-N 曲線を用いて、2.8 km の市街地実走行時の頻度解析結果から 4.1 と同様の方法でダメージ計算を行い、ダメージが 1 となる時の走行距離、すなわち、各規格の各動的試験で担保される最低寿命を計算した。結果を表 5 にまとめた

表 5 各動的試験で担保される最低寿命

	CD		ISO		JIS	
	アシストオン	アシストオフ	アシストオン	アシストオフ	アシストオン	アシストオフ
側方動的試験	1 323 km	2 086 km	55 855 km	88 069 km	53 967 km	85 093 km
垂直方向動的試験	98 km	126 km	1 km	2 km	9 km	11 km

表 5 より、まず、アシストオンの時の方が短い最低寿命、すなわちダメージが大きい使用状態となっていた。5.3.1 で述べたアシストオンの方がやや大きなひずみや力が生じていた結果が反映されており、原因としては、図 16 に示すようにアシストにより走行速度が大きくなり、路面から受ける衝撃などが大きくなったためと考えられる。

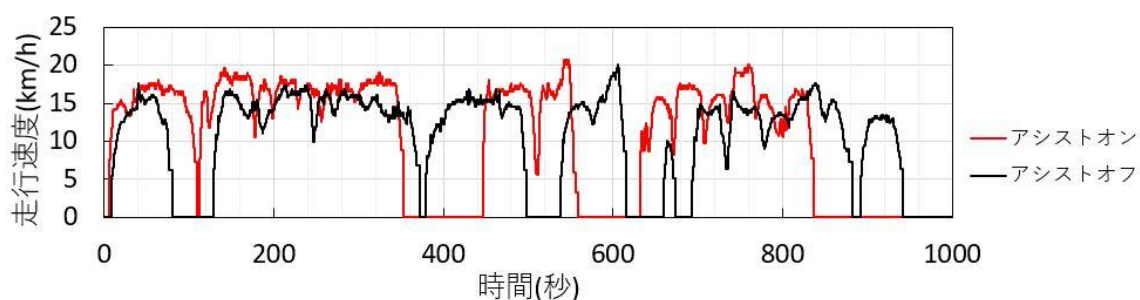


図 16 市街地実走行における走行速度

側方動的試験については、4.1の試験機でのダメージ傾向と同じく、CDで担保できる最低寿命がISOやJISの2%程度になっており、最低寿命はアシストオンの状態で約1300km、アシストオフの状態では約2000kmであった。

垂直方向動的試験についても4.1と同様の傾向で、CDで担保できる最低寿命がISOやJISの10～100倍程度になっていた。また、最低寿命が100km程度となっていたが、これは、歩道などの段差乗り降り時の衝撃がダメージに大きく影響していることが原因と考えられる。図17に、アシストオンの状態での市街地実走行における、右キャリヤ足の右前面（右前前）のひずみ波形を示すが、交差点などの段差乗り降り時におおむね片振幅400 $\mu\epsilon$ 以上のひずみが生じていた。また、右キャリヤ足の右前面（右前前）のひずみの頻度解析結果における、各ひずみのダメージ（寿命）への寄与割合を図18に示すが、800 $\mu\epsilon$ を超える要素のダメージ（寿命）への寄与割合が大きいことが分かる。CDの垂直方向動的試験ではP-P値でせいぜい500 $\mu\epsilon$ 程度のひずみしか生じないため、垂直方向動的試験では、段差乗り降りなどの衝撃的な力の評価を行えていないことになる。

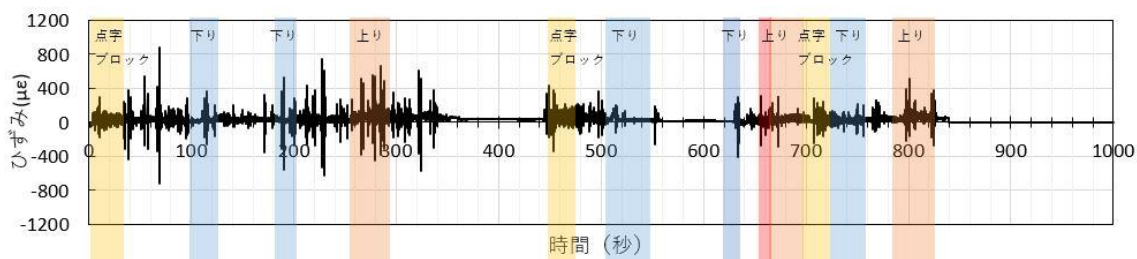


図17 市街地実走行のひずみ波形

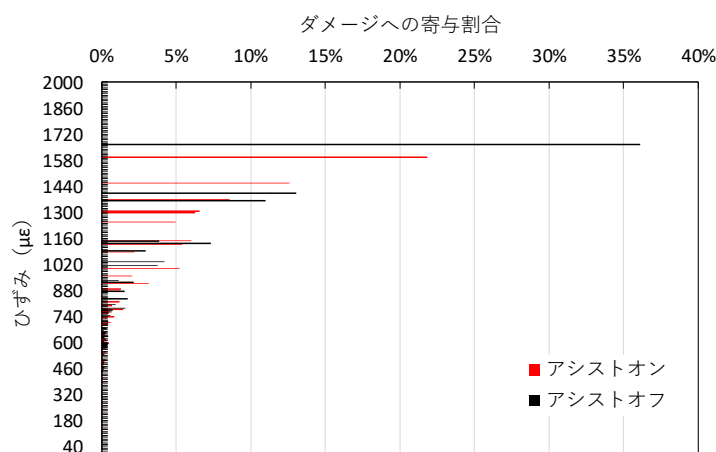


図18 ひずみのダメージ（寿命）への寄与割合

5.4.2 第二報に向けて

今回の検証は比較的平坦な走行路であり、乗員にとってはアシストオン・オフどちらにおいても大きなペダル踏力を必要としない走行条件であった。そのため、アシストオン・オフの差としては、走行速度が大きくなるアシストオンの方が厳しい走行状態であった。オランダの検証結果については、国際会議中に EPAC の検証で全ての自転車の検証を網羅できている旨の説明もあったのだが、国土のほとんどが平地であるオランダでは、平坦路や緩やかな勾配での検証しかできていない可能性がある。日本の自転車の使用環境を考えると、連続した坂道など大きなペダル踏力を要する使用環境も考慮に入れる必要がある。よって、第二報に向けては、ある程度傾斜のある状況を想定し、大きな側方負荷を連続して生じる上り坂走行などで、アシストオン・オフの差がどの程度あるのかを検証する必要がある。

一方で、大きなペダル踏力を必要としない走行条件にも関わらず、アシストオン・オフどちらにおいても側方負荷はそれなりに生じており、CD の側方動的試験の試験回数 2 000 回は、市街地走行ではせいぜい 2 000 km 走行程度の寿命しか担保できないことも判明した。リヤキャリヤに 27 kg のおもりを固定した状況で市街地を 2 000 km を走行することについては、例えば 3 kg の子供載せ+22 kg の子供を載せた状態で一日 6 km 走行を 1 年続けたと想定すると、ありえない状況ではないため、動的試験としては 2 000 回以上の試験回数が必要であるのは間違いない。

以上を踏まえ、

- ・平坦路、ある程度距離のある上り坂及び段差乗り降りなど、日本で想定される走路別でのデータ測定
- ・おもり積載に加え、子供載せ使用時のデータ測定

などの条件で実走行測定を実施し、日本での使用環境においてリヤキャリヤに必要な動的試験が何なのか、WG16 国際会議での議論のベースとなる測定結果を第二報でまとめたい。

6. まとめ

今回の検証では、日本における代表的なクラス 27 のリヤキャリア 1 銘柄を用い、ISO 11243:2016 の改正案として新規提案されている試験方法の検証を行った。

得られた結果としては、

(側方動的試験)

CD、ISO 及び JIS の各規格における側方動的試験では、 F_{side} が大きく、キャリア足の側面のひずみが大きくなる点で共通していた。CD において新規提案されている側方動的試験は、試験回数が 2 000 回に減らされていることから、ISO の側方動的試験の 3 % 程度のダメージとなる試験であった。JIS については ISO の側方動的試験の 90 % 程度のダメージであった。

(垂直方向動的試験)

CD、ISO 及び JIS の各規格における垂直方向動的試験では、 F_{side} はほとんど生じず、キャリア足及びサドル側前ステーの側面のひずみがそれほど大きくなかった点で共通していた。CD において新規提案されている垂直方向動的試験は、垂直方向だけでなく前後方向への負荷も加わることから、キャリア足の曲げ力が大きくなり、ISO の垂直方向動的試験と比べ、44 倍のダメージとなる試験であった。JIS については、ISO の垂直方向動的試験と比べ、約 2.6 倍のダメージを与える試験であった。

(実走行との比較・予備検証)

予備検証として、質量 27 kg のおもりをリヤキャリアに固定し、当所付近の市街地をアシストオン及びオフの状態で行き、ひずみや力の測定を実施した。

CD の側方動的試験については、ひずみや力の大きさとしては市街地実走行で生じうる負荷と同程度であったが、CD での 2 000 回の試験回数は、市街地実走行換算ではせいぜい 2 000 km の走行相当であり、さらにペダル踏力を要する使用状況を想定すると、十分ではないと考えられる。

CD の垂直方向動的試験については、市街地実走行と比較し、ISO や JIS の垂直方向動的試験では再現できていない前後方向の力を負荷できていたが、歩道乗り上げなどの衝撃により生じる垂直方向への負荷が不足していた。

アシストオン・オフの比較としては、市街地実走行では、走行速度が大きくなることでアシストオンの状態の方が、ひずみや力などの負荷が大きい結果となっていた。一方で、予備検証では、大きな側方負荷が生じる上り坂走行などの測定を実施していないため、第二報ではある程度距離のある上り坂走行を含め、様々な走行路における測定や様々な積載条件での測定が必要である。

参考文献

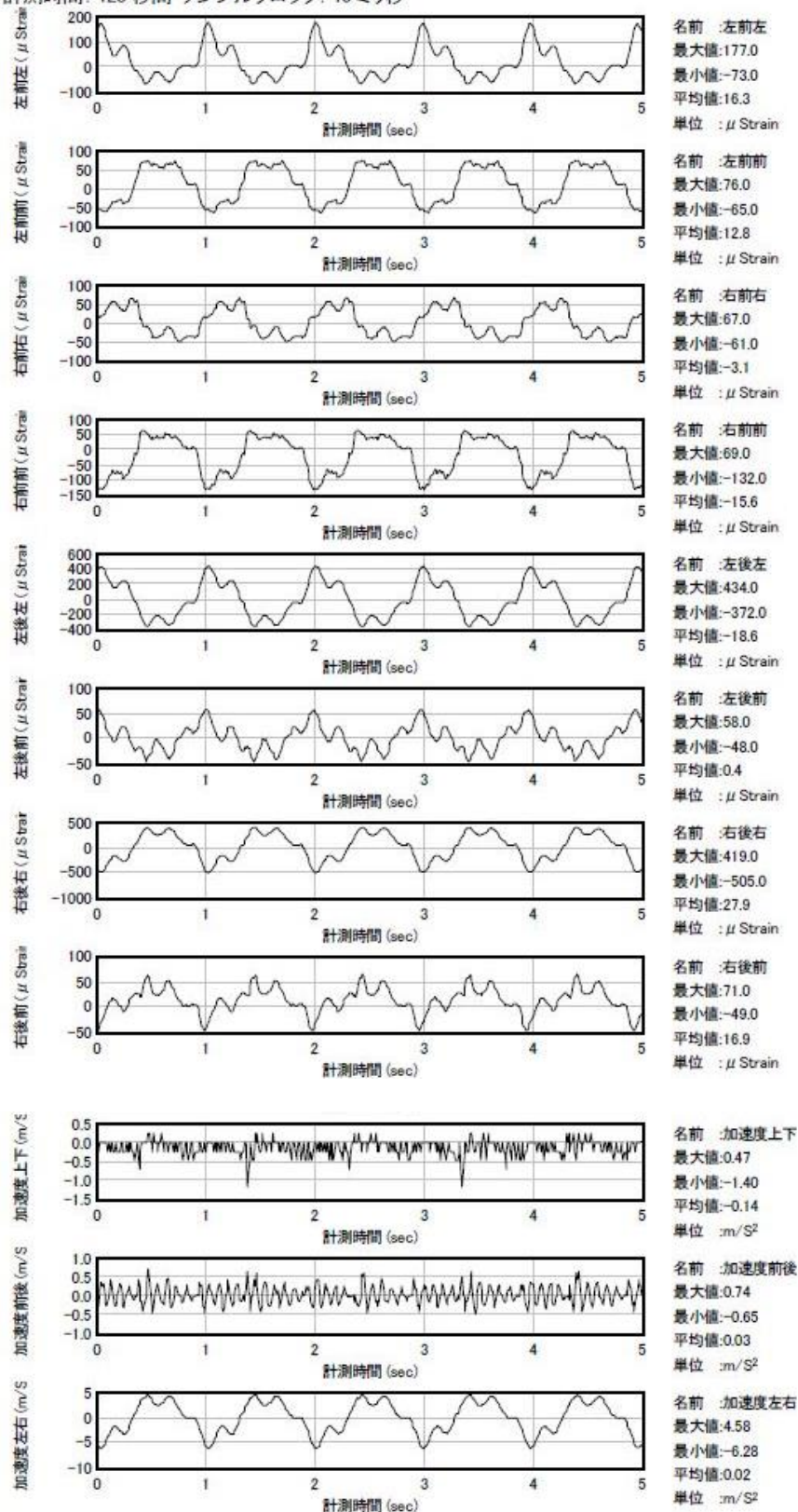
- 1) Eric Groß, “POWER MEASUREMENT AND ROAD LOAD DATA ACQUISITION FOR SPEED EPACS “ : Technische Universität Hamburg-Harburg 2014 年 など

取得波形一覧（ひずみ 8 か所、加速度 3 方向）

- ・ CD 側方動的試験（測定開始から 5 秒分）
- ・ ISO 側方動的試験（測定開始から 5 秒分）
- ・ JIS 側方動的試験（測定開始から 5 秒分）
- ・ CD 垂直方向動的試験（測定開始から 5 秒分）
- ・ ISO 垂直方向動的試験（測定開始から 5 秒分）
- ・ JIS 垂直方向動的試験（測定開始から 5 秒分）
- ・ 市街地実走行 質量 27kg のおもり（ISO 規定のおもり）搭載、アシストオン、2.8km 走行
- ・ 市街地実走行 質量 27kg のおもり（ISO 規定のおもり）搭載、アシストオフ、2.8km 走行

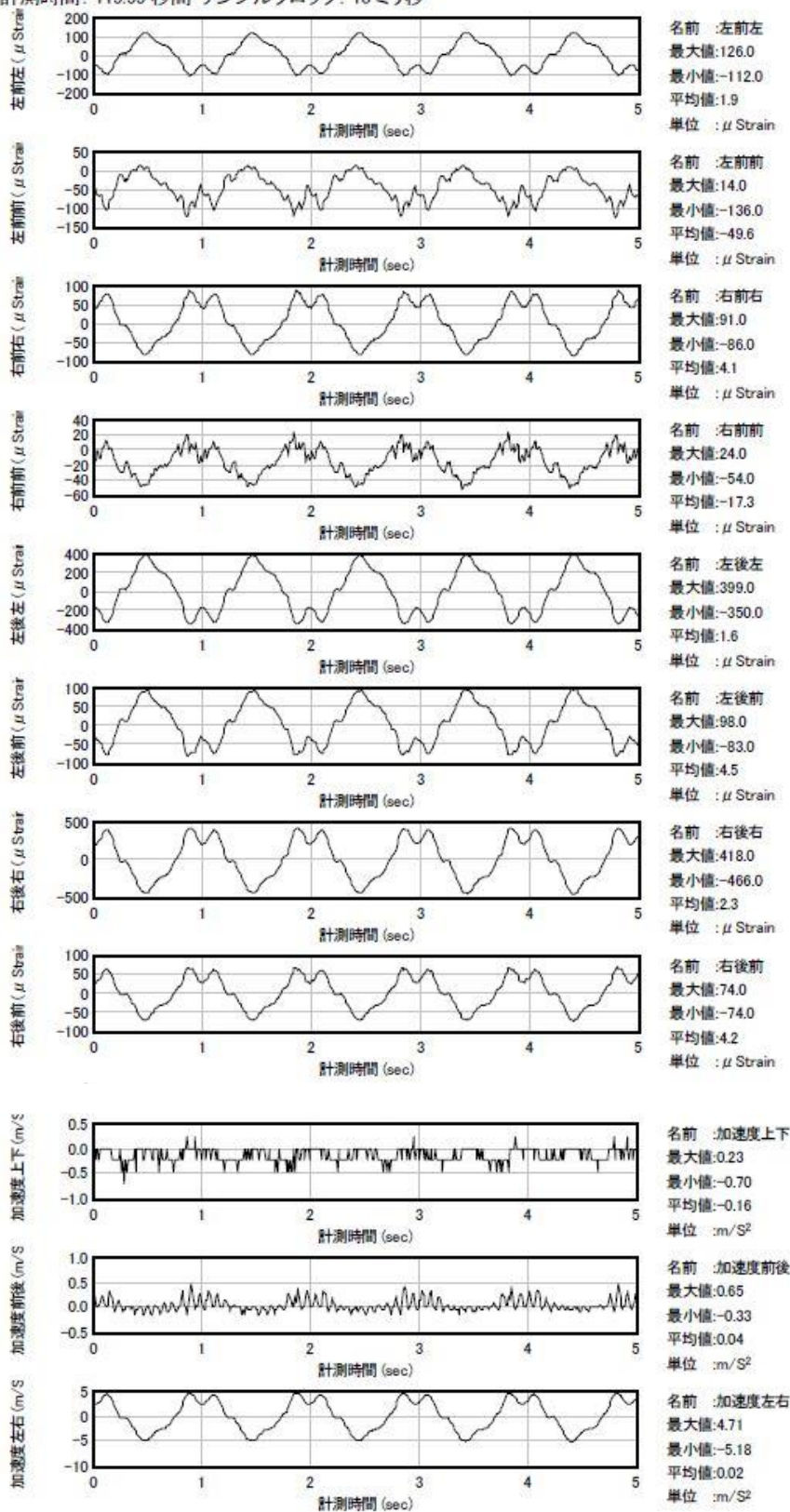
CD 側方動的試験（測定開始から 5 秒分）

計測時間: 120 秒間 サンプルクロック: 10 ミリ秒



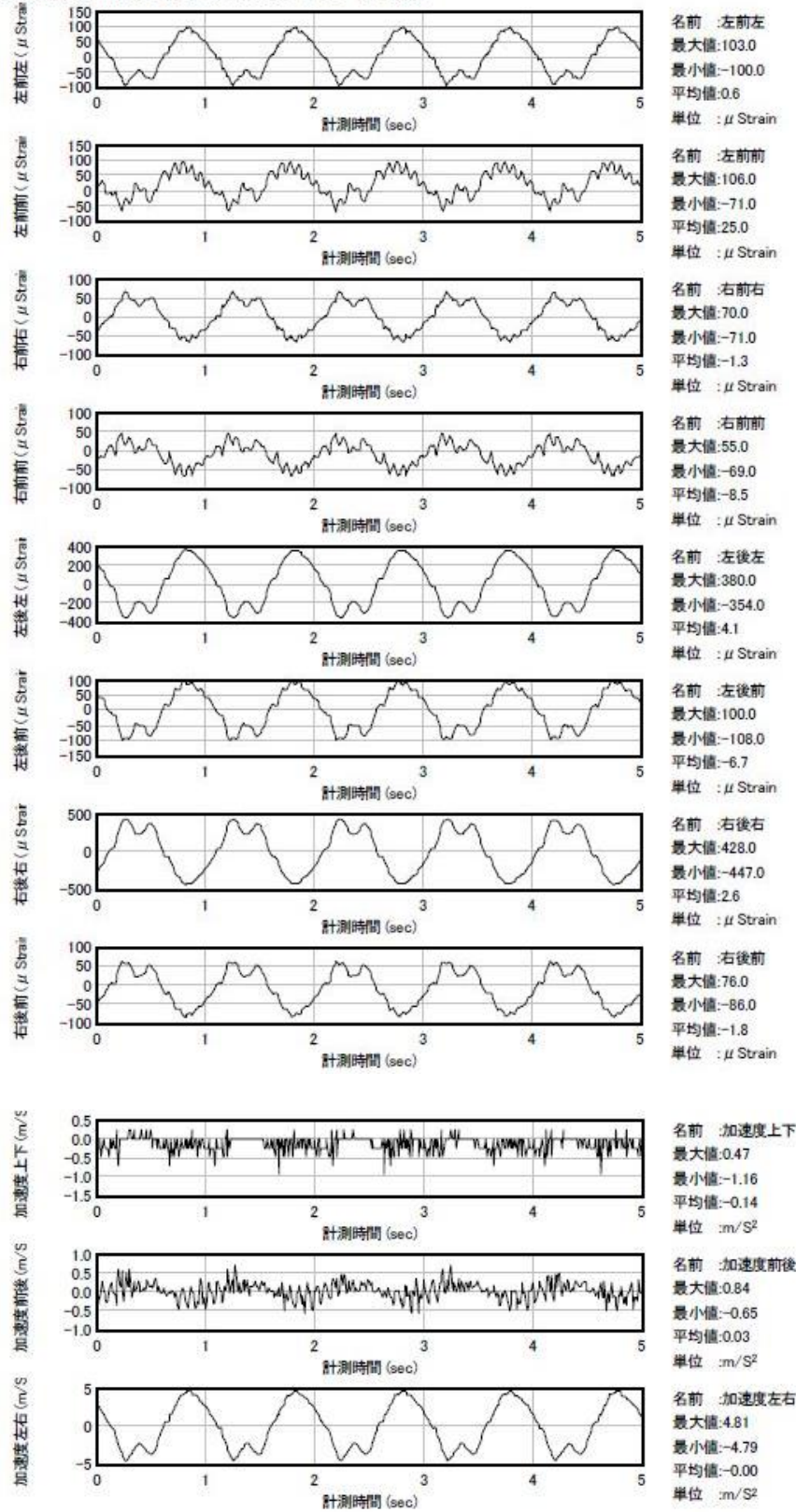
ISO 側方動的試験（測定開始から5秒分）

計測時間: 119.99 秒間 サンプルクロック: 10 ミリ秒



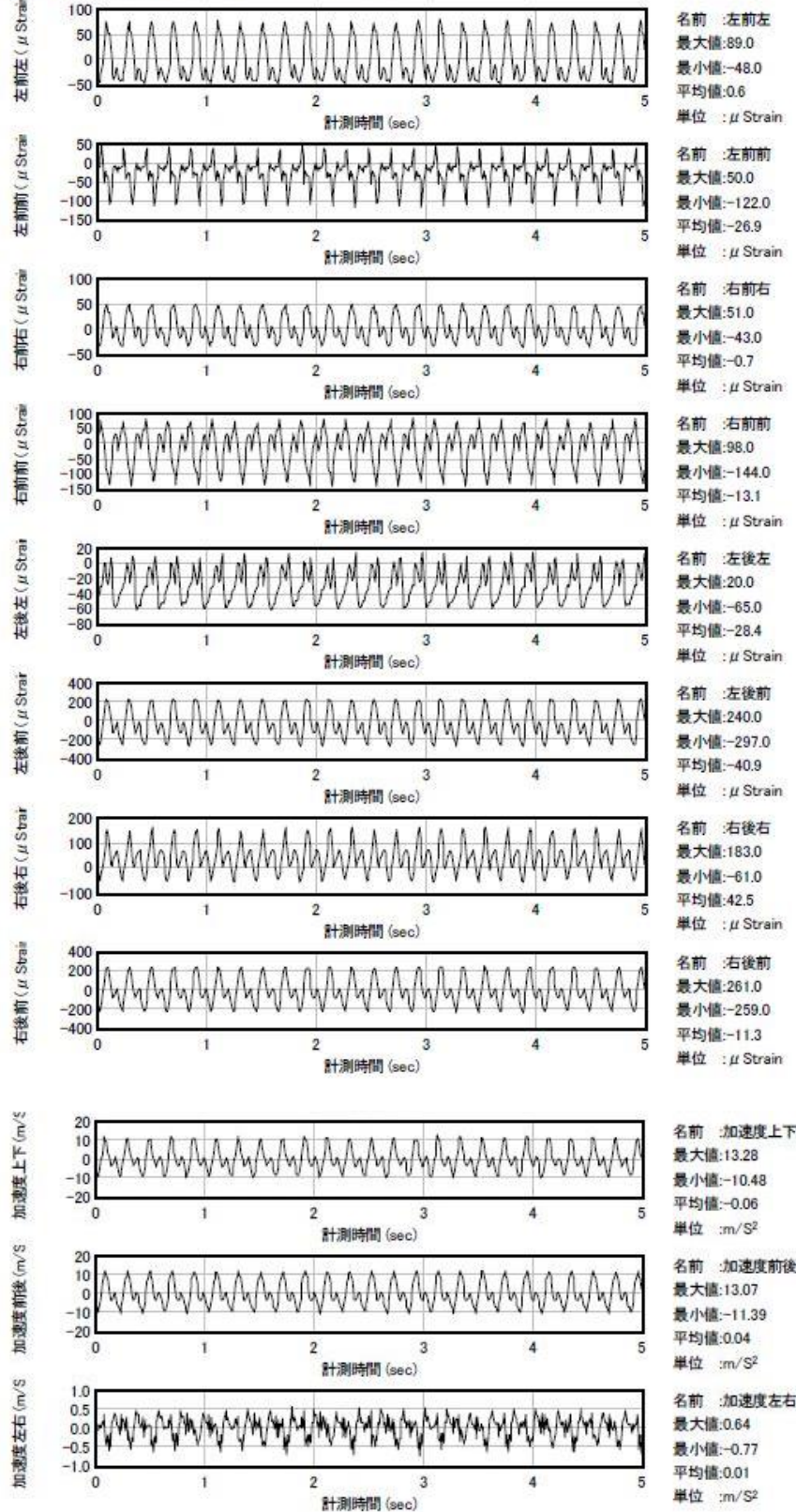
JIS 側方動的試験（測定開始から 5 秒分）

計測時間: 119.99 秒間 サンプルクロック: 10 ミリ秒



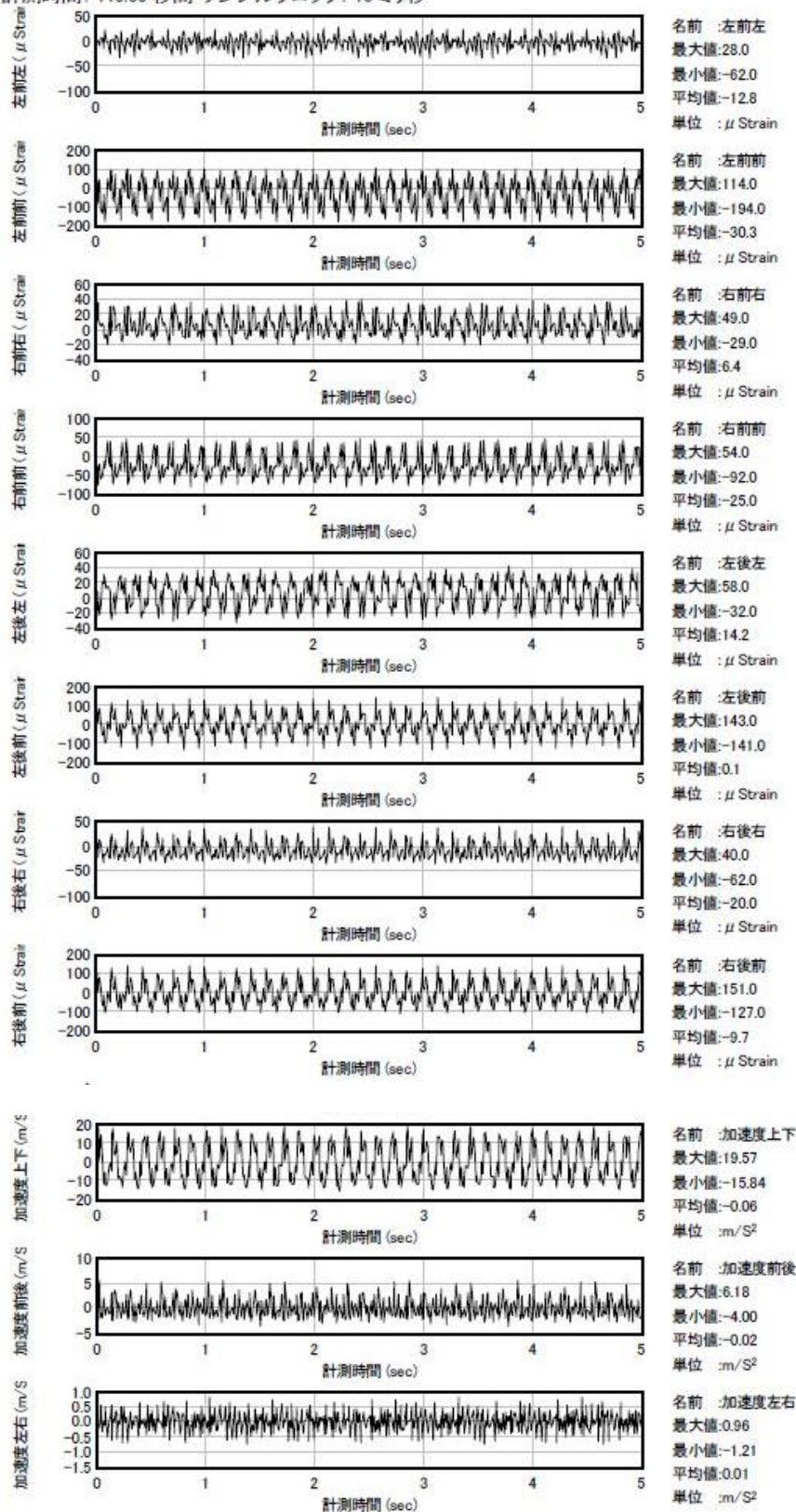
CD 垂直方向動的試験（測定開始から 5 秒分）

計測時間: 120 秒間 サンプルクロック: 10 ミリ秒



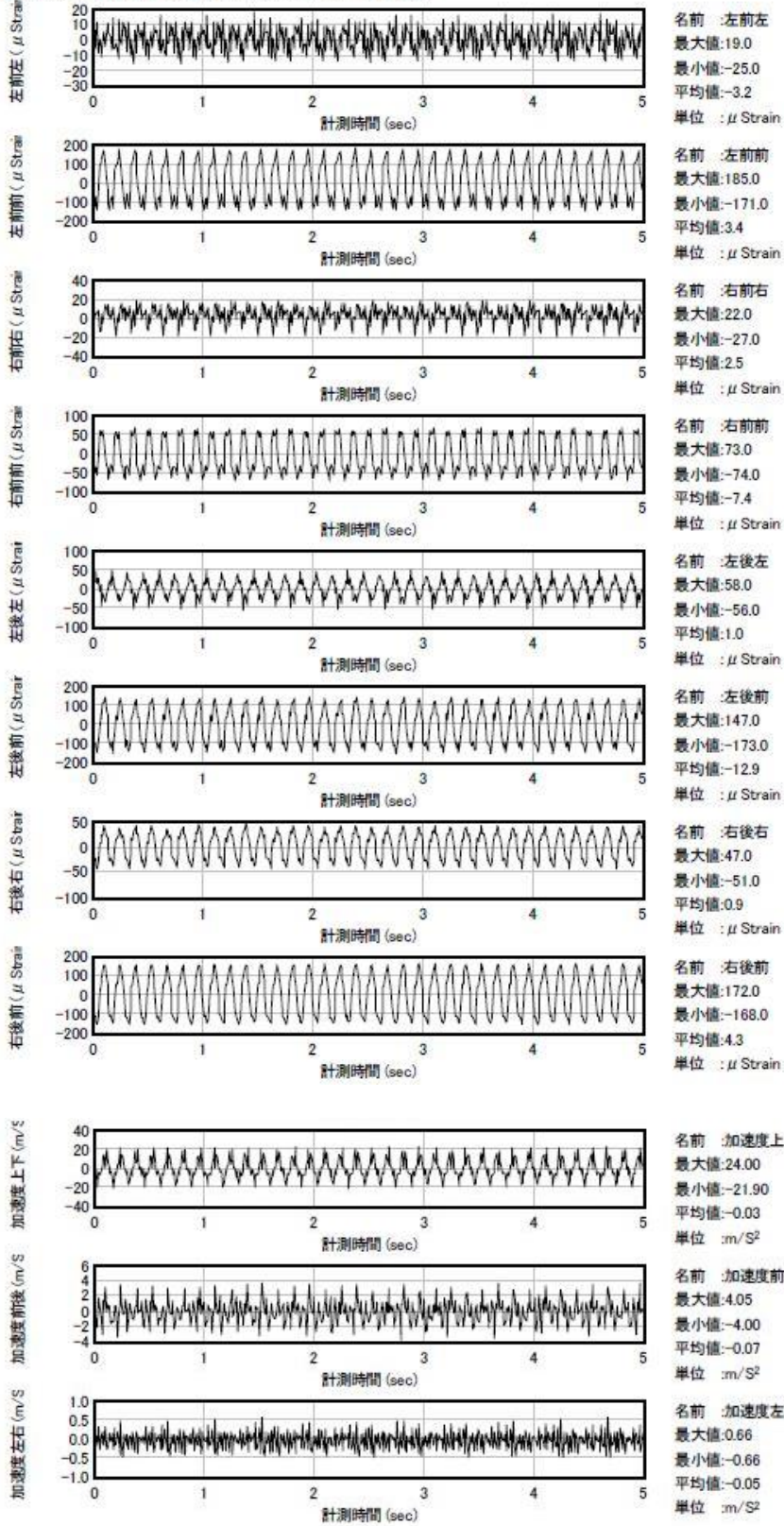
ISO 垂直方向動的試験（測定開始から5秒分）

計測時間: 119.99 秒間 サンプルクロック: 10 ミリ秒



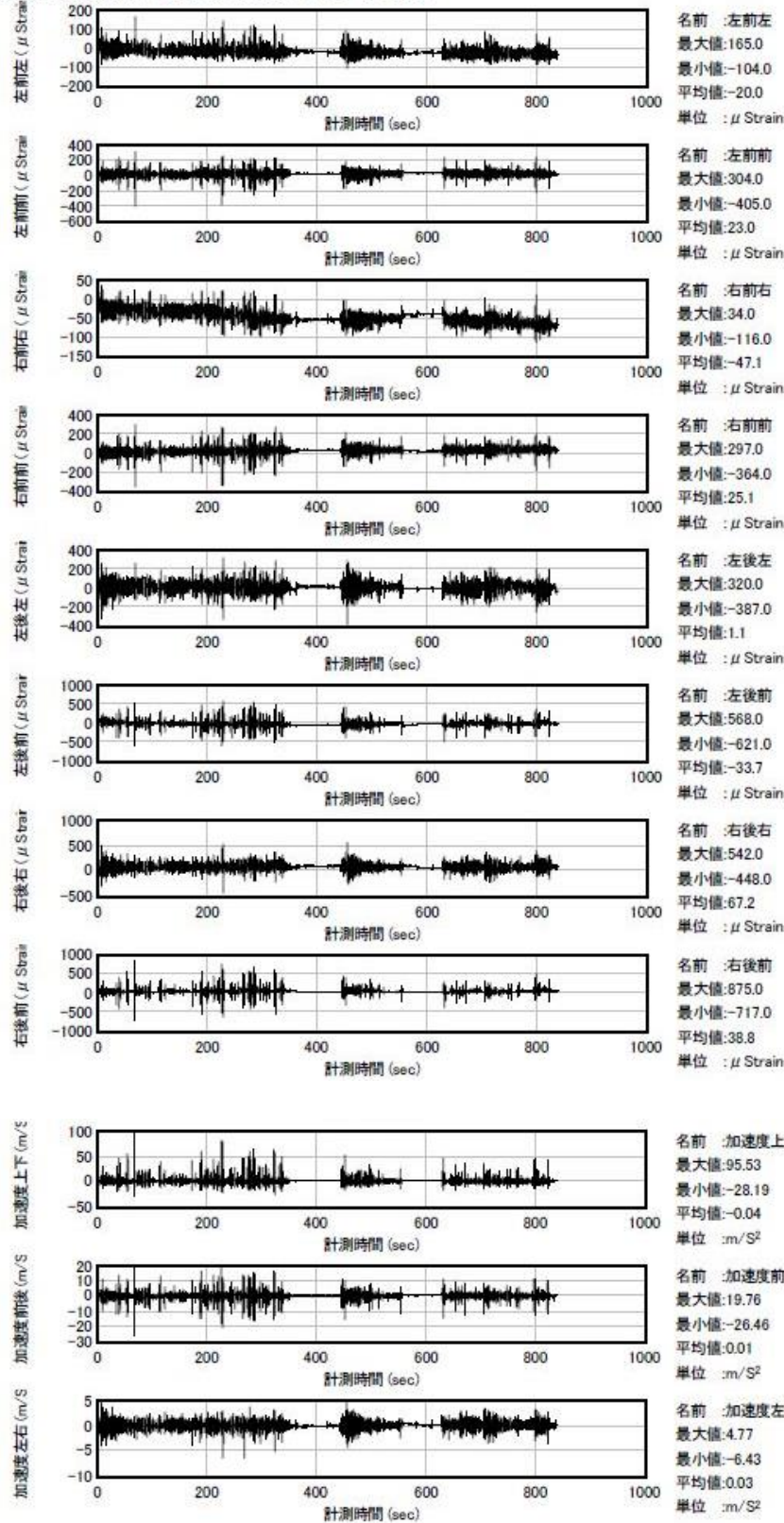
JIS 垂直方向動的試験（測定開始から 5 秒分）

計測時間: 119.99 秒間 サンプルクロック: 10 ミリ秒



市街地実走行 質量 27kg のおもり (ISO 規定のおもり) 搭載、アシストオン、2.8 km 走行

計測時間: 838.83 秒間 サンプルクロック: 10 ミリ秒



市街地実走行 質量 27kg のおもり (ISO 規定のおもり) 搭載、アシストオフ、2.8 km 走行

計測時間: 941.98 秒間 サンプルクロック: 10 ミリ秒

