

2020 年度自転車等規格標準化事業  
事業実施報告書

# ISO/CD 11243:2019 にて提案された リヤキャリアの動的試験の検証 (第二報：実走行との比較)

2020 年 6 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、使用機材.....	3
2.2 測定アプローチ .....	3
2.3 走行路 .....	3
2.4 解析方法 .....	7
3. 測定結果 .....	7
3.1 各走行路、各走行条件における寿命計算結果と試験条件の提案 .....	7
3.2 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 .....	18
4. まとめ .....	19

## 1. 検証実施の背景と目的

本報告は2020年1月に当所が公表した「ISO/CD 11243:2019にて提案されたリヤキャリアの動的試験の検証（第一報：現行規格との比較）の続報である。

検証実施の背景については、第一報でも述べたが、ISO 11243:2016 (Cycles—Luggage carriers for bicycles—Requirements and test methods)（以後、ISOと呼ぶ）の改正が、オランダから提案され、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ことが発端である。2019年6月に開催されたTC149/SC1/WG16 国際会議にて、その改正案であるISO/CD 11243:2019（以後CDと呼ぶ）についての議論が交わされ、試験方法や試験条件の大幅な変更提案がなされた。

その変更提案については欧州のEPACのみを用いた検証であり、特に動的試験については供試サンプルの扱いや、垂直方向動的試験の試験方法の変更、及び側方動的試験の試験回数が大幅に少なくなるなどの点で、日本から反対意見などを出したが、具体的な根拠がないことなどから、賛同を得ることができず、CDでの提案内容維持の形で第2次CDを発行することとなった。そのため、第2次CD発行後の次回WG16 国際会議（2020年6月頃を予定していたが、新型コロナウイルス感染症の世界的な拡大により、延期となった）に向け、日本から根拠となるデータ収集を行う必要があり、本検証を実施してきた。

第一報では、動的試験の試験方法の検証をまとめたが、第二報では、第一報の試験機による測定結果や市街地実走行の予備検証結果を踏まえ、様々な実走行条件下でのデータ測定及び解析結果をまとめた。

## 2. 供試品及び使用機材など

### 2.1 供試品、使用機材

検証に用いた供試品（電動アシスト自転車及びリヤキャリヤ）、使用機材については第一報で用いたもの（第一報の 2.1、2.2.3、及び 5.2.1 参照）と同一である。

### 2.2 測定アプローチ

実走行試験については当所周辺の一般道及び当所内の試験路を用いた。走行路詳細については 3 章に記載する。

走行路によってはアシストオン及びアシストオフの状態で行った。アシストオン時の走行モードは、駆動補助出力が最も強くなるモードとした。変速段はギヤ比が最も大きくなる段に設定した。

乗員については第一報の 5.2.2 と同じく体重 68 kg の男性とした。乗車姿勢やサドル高さ等は特に制限せず、乗車及び走行しやすい状態となるようにした。

リヤキャリヤに積載するおもりについては、第一報では CD で規定されている質量 27 kg のおもりを使用した。本検証では質量 13.5 kg のおもり、及び質量 3 kg の幼児用座席＋質量 24 kg のダミーを組み合わせたものを使用し、リヤキャリヤの積載状況による違いを測定した。ダミーについては EN 14344:2004 (Child seats for cycles) の Annex B にて規定されている A22 クラスのダミーを用い、実走行時に落下しないよう幼児用座席のシートベルトなどで固定した。前かごには総重量約 4 kg の測定機材を載せた。

ひずみゲージの貼付位置については第一報の 2.2.3 と同じである。加速度計についてはおもり積載時はおもりの重心位置付近、幼児用座席使用時は幼児用座席の座面の下側（幼児座席の底面）かつキャリヤプラットフォームの中心位置付近に取りつけた。走行速度は、走行時は手元スイッチのディスプレイ表示を用い、記録用として市販のサイクルコンピュータの信号をデータロガーで測定した。

### 2.3 走行路

今回の測定の走行路及び測定条件を図 1 から図 3 にまとめた。



走行路	写真	走行路概要、目標走行速度など
<p style="text-align: center;">段差</p>	 	<p>表面：アスファルト舗装            段差：幅 50 mm, 高さ 25 mm で、            タイヤが触れる角部に 12 mm ずつ            45° の面取りを施した段差を 4 m            間隔で 3 個配置、よって 1 測定当            たりの段差乗り上げ回数は 3 回            目標走行速度：10 km/h~20 km/h            の間            測定回数：13.5 kg のおもり積載            時は 26 回、27 kg のおもり積載時            は 35 回、幼児用座席+24 kg のダ            ミー積載時は 21 回            アシスト：オンの状態にて測定</p>

図 2 走行路及び測定条件（その 2）



図 3 走行路及び測定条件 (その 3)

## 2.4 解析方法

各走行路、各測定条件の測定結果を用い、第一報の 4.1、5.3.1、及び 5.4.1 で述べた解析方法（実走行におけるひずみ測定結果のレインフロー法による頻度解析結果、及び CD、ISO 及び JIS D 9453:2013（以後 JIS と呼ぶ）の各動的試験で生じるひずみ及び試験回数から計算した仮想 S-N 曲線を用いて、累積疲労損傷度及び寿命を計算する方法）にて各動的試験で担保される最低寿命を計算した。寿命計算は実走行時や各動的試験時にひずみが大きかった右キャリア足の前面（右後前）と右側面（右後右）を対象に行った。平たん路、上り坂及び下り坂、市街地走行については、最低寿命を km にて計算し、段差については、段差の乗り越え回数で最低寿命を計算した。

## 3. 測定結果

### 3.1 各走行路、各走行条件における寿命計算結果と試験条件の提案

図 4 から図 9 に各走行路、各走行条件における、CD、ISO 及び JIS の各動的試験で担保される最低寿命の計算結果をまとめた。平たん路、上り坂及び下り坂、段差の各グラフについては、横軸は走行速度、縦軸が最低寿命としてプロットしており、市街地走行については各走行条件の最低寿命を縦棒グラフで表示した。

図 4 から図 9 より、走行速度や積載物により最低寿命は変化することがわかった。おおまかな傾向は以下のとおりであった。

- ・ 走行速度が大きくなるにつれ、最低寿命は短くなる。
- ・ 同じ走行速度、積載条件ではアシストオフ状態のほうが、最低寿命が短くなる。
- ・ 積載物の質量が大きいほど最低寿命は短くなるが、同じ質量のおもりと幼児用座席＋ダミーではその傾向が異なる。平たん路や上り坂及び下り坂走行時は幼児用座席＋ダミー積載時のほうが、最低寿命が短くなり、段差走行時はおもり積載時のほうが、最低寿命が短くなる。

次に、図 4 から図 9 から得られた各走行路、各走行条件での最低寿命計算結果から、

- ・ 体重 68 kg の乗員が 26 インチのシティ車タイプの電動アシスト自転車で行く
- ・ リヤキャリアに最大許容荷重である 27 kg 以内のおもりまたは幼児用座席＋ダミーを積載
- ・ 走行速度は平たん路では最高 20 km/h、上り坂及び下り坂では最高 18 km/h、段差走行では最高 23 km/h 程度、市街地走行では走行速度は成り行き の条件で走行する
- ・ リヤキャリアは各動的試験の要求事項を丁度満たす（試験回数があと 1 回増えると破損する）

の条件で走行した際、リヤキャリアにとって最も過酷な条件（ワーストケース）での走行を続けた場合、各動的試験で担保されるリヤキャリアの寿命を表 1 から表 3 にまとめた。

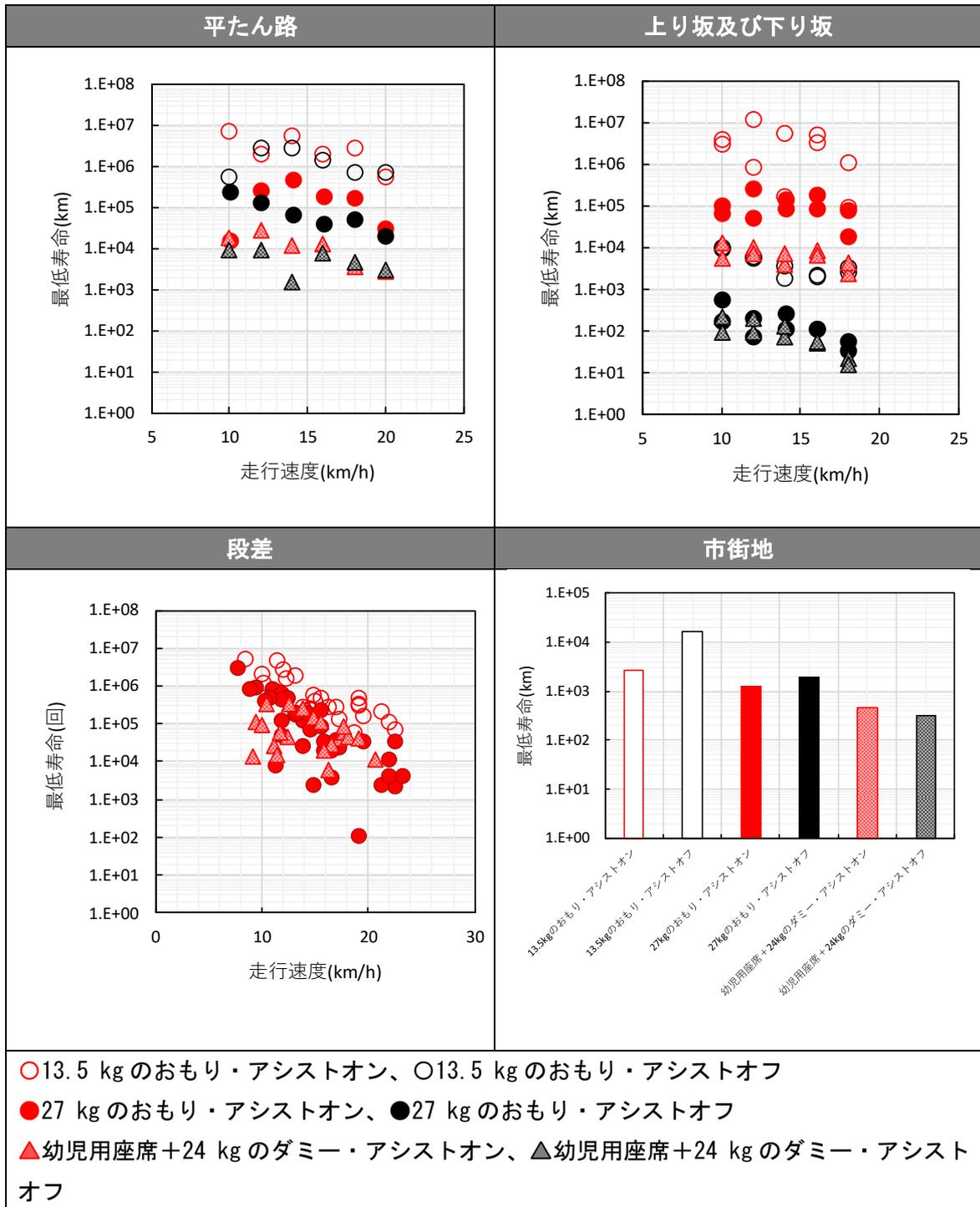


図 4 CD の側方動的試験で担保される最低寿命（右キャリアヤ足の右側面）

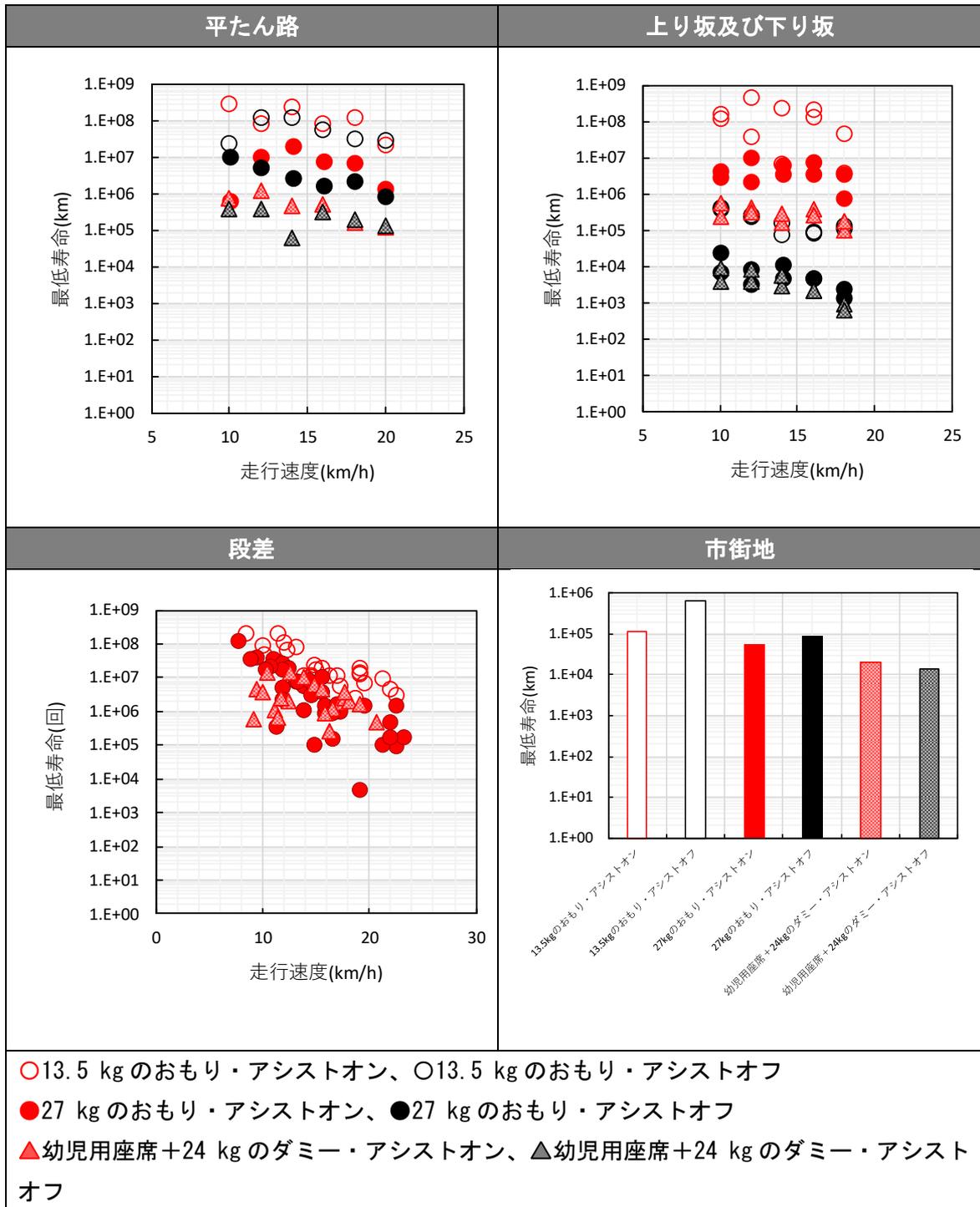


図 5 ISO の側方動的試験で担保される最低寿命（右キャリヤ足の右側面）

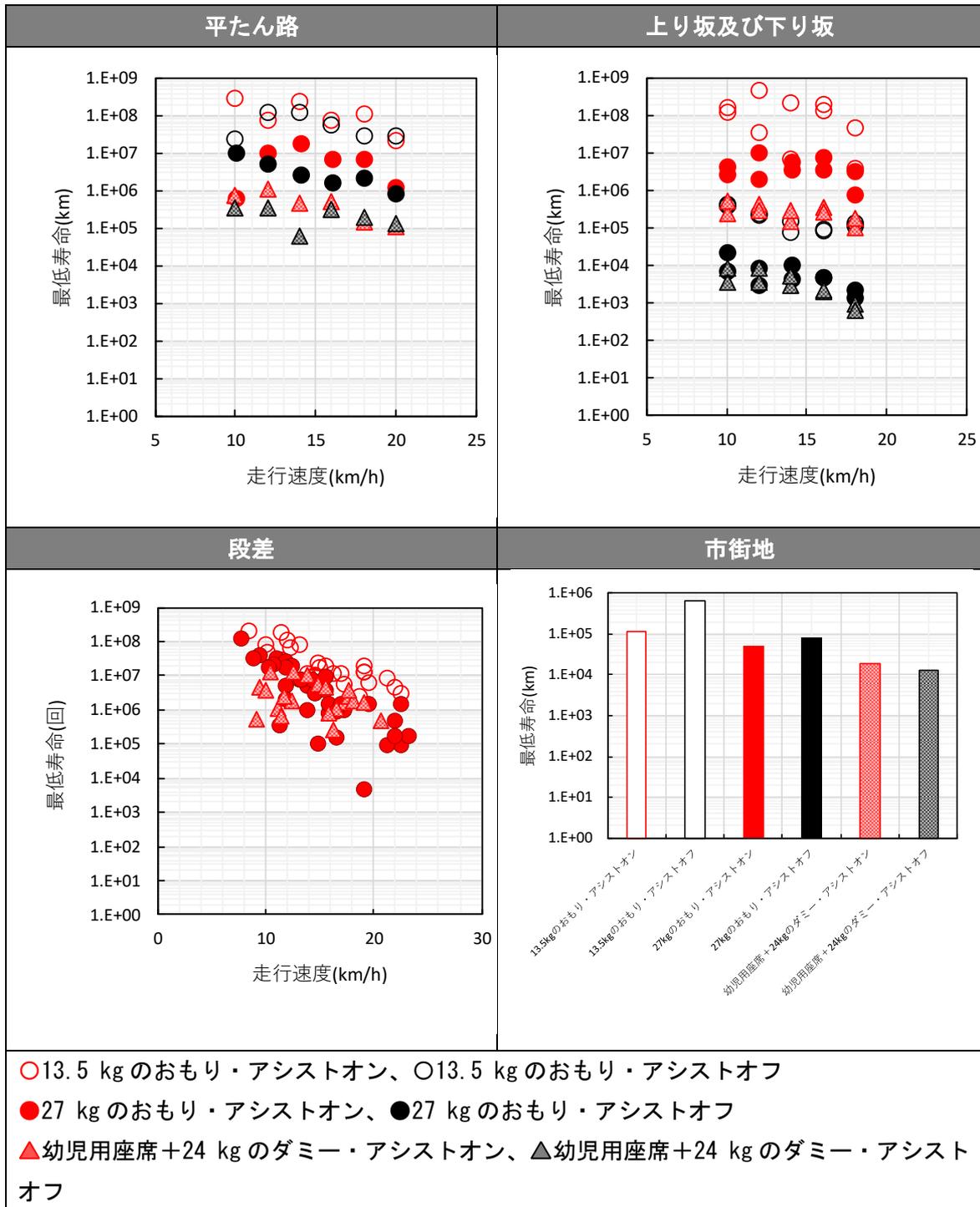


図 6 JIS の側方動的試験で担保される最低寿命（右キャリヤ足の右側面）

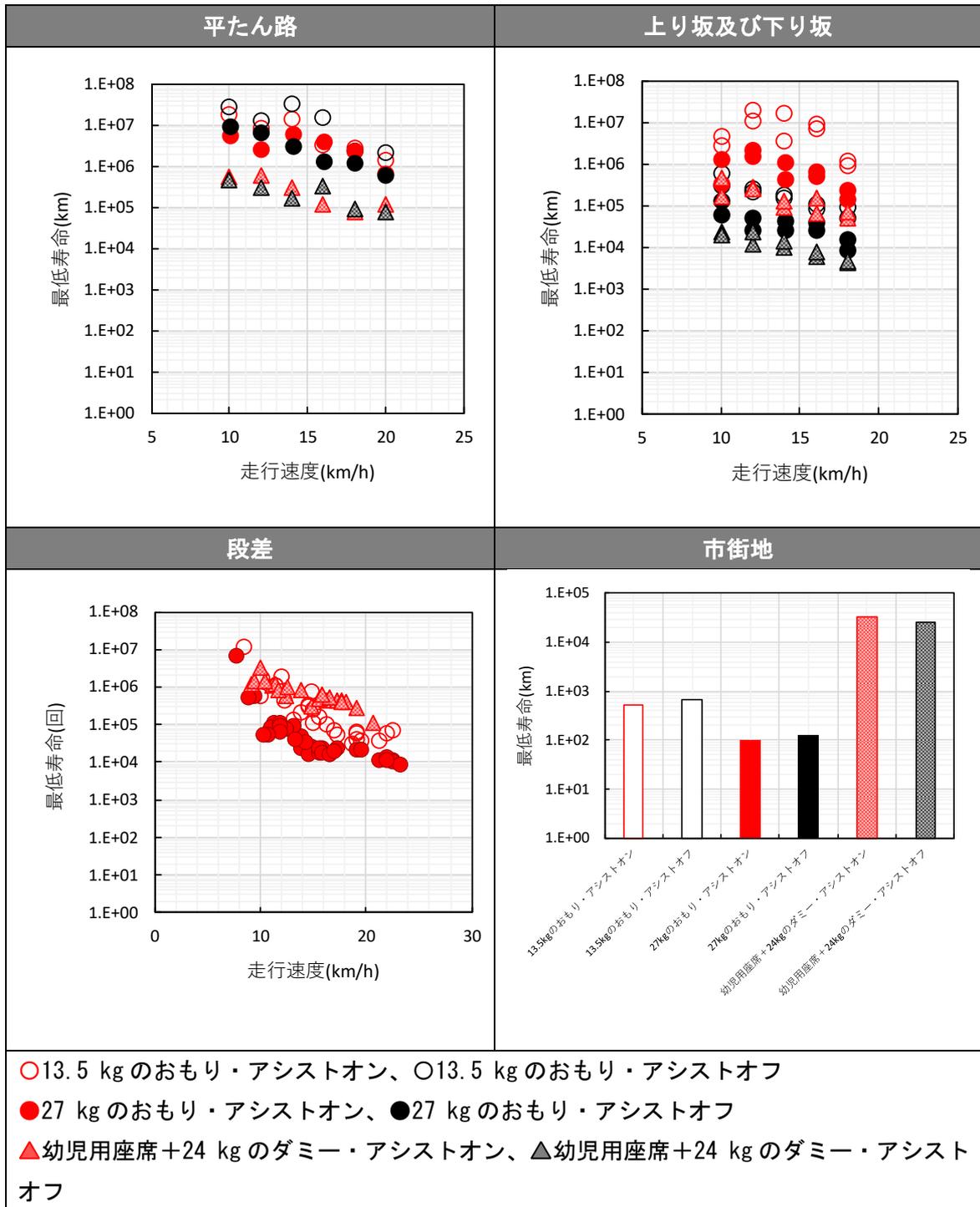


図 7 CD の垂直方向動的試験で担保される最低寿命（右キャリヤ足の前面）

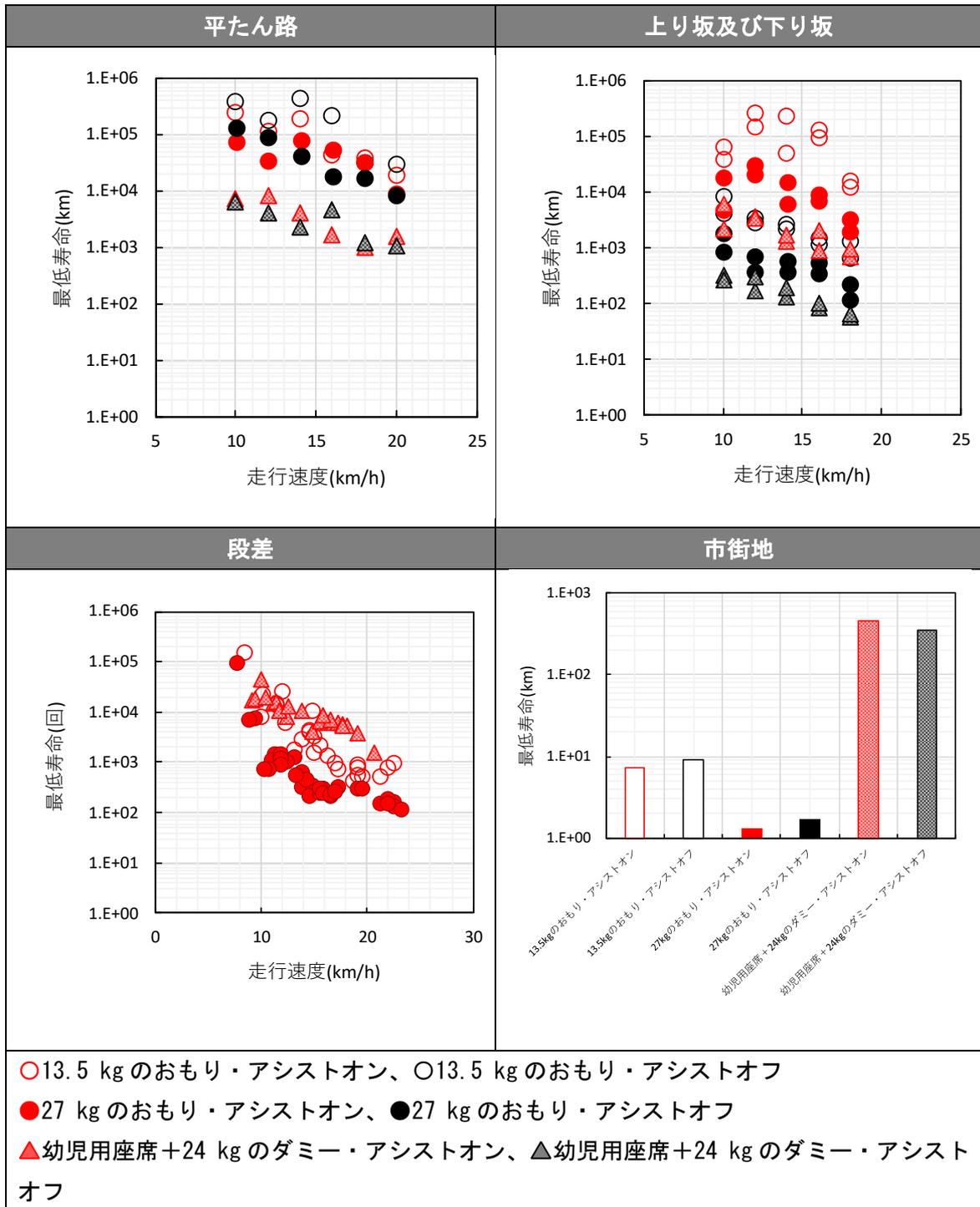


図 8 ISO の垂直方向動的試験で担保される最低寿命（右キャリヤ足の前面）

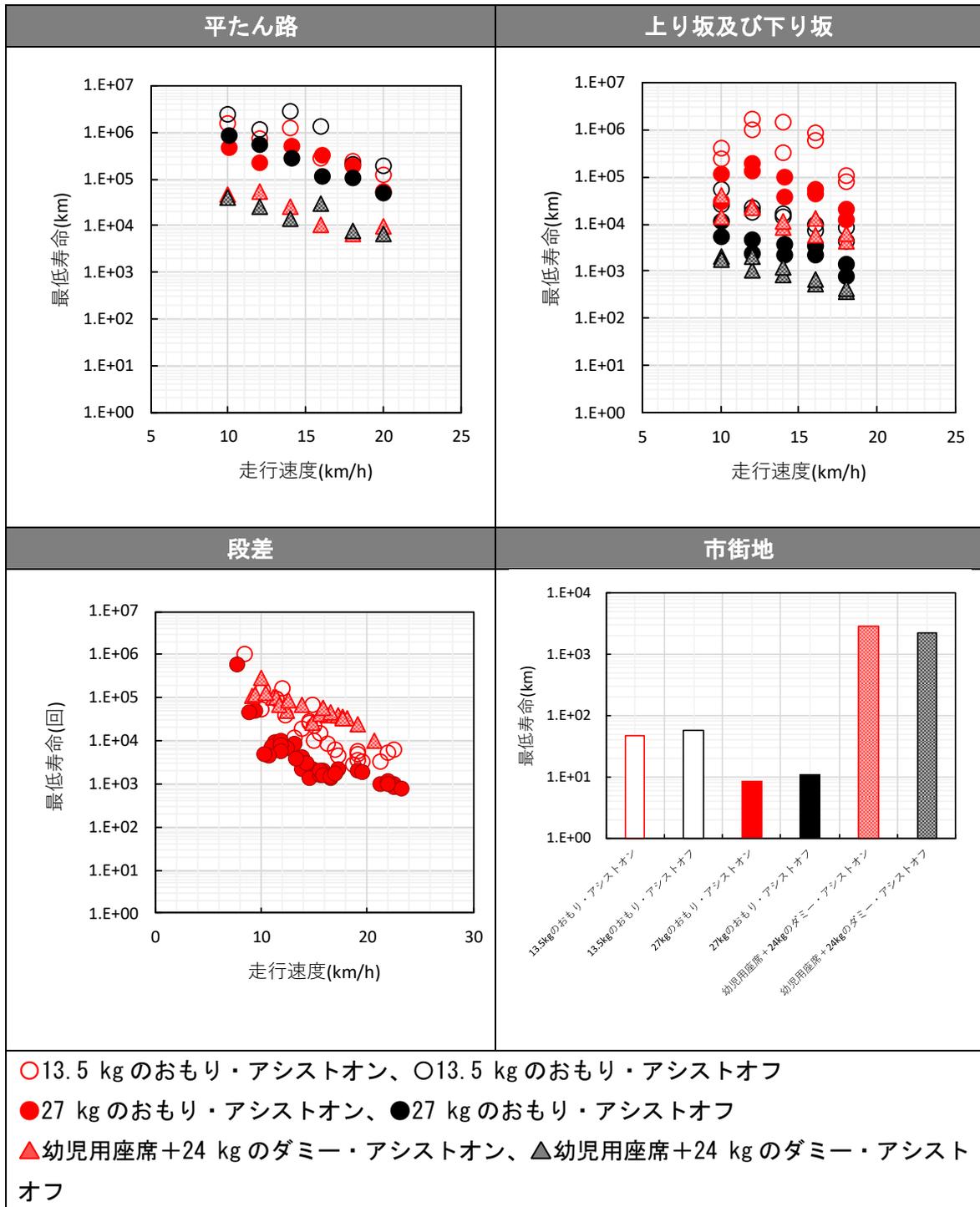


図 9 JIS の垂直方向動的試験で担保される最低寿命（右キャリヤ足の前面）

表 1 ワーストケース時に CD の各動的試験で担保されるリヤキャリアの寿命

走行路	担保される寿命	
	CD 側方動的試験 2,000 回	CD 垂直方向動的試験 100,000 回
平たん路	1,503 km (アシストオフ、幼児用座席+24 kg ダミー、 走行速度 14 km/h)	75,138 km (アシストオン、幼児用座席+24 kg ダミー、 走行速度 18 km/h)
上り坂及び 下り坂	15 km (アシストオフ、幼児用座席+24 kg ダミー、 走行速度 18 km/h)	4,245 km (アシストオフ、幼児用座席+24 kg ダミー、 走行速度 18 km/h)
段差	111 回 (アシストオン、27 kg おもり、 走行速度 19 km/h)	8,878 回 (アシストオン、27 kg おもり、 走行速度 23 km/h)
市街地	324 km (アシストオフ、幼児用座席+24 kg ダミー)	98 km (アシストオン、27kg おもり)

表 2 ワーストケース時に ISO の各動的試験で担保されるリヤキャリアの寿命

走行路	担保される寿命	
	ISO 側方動的試験 100,000 回	ISO 垂直方向動的試験 100,000 回
平たん路	63,460 km (アシストオフ、幼児用座席+24 kg ダミー、 走行速度 14 km/h)	1,011 km (アシストオン、幼児用座席+24 kg ダミー、 走行速度 18 km/h)
上り坂及び 下り坂	632 km (アシストオフ、幼児用座席+24 kg ダミー、 走行速度 18 km/h)	57 km (アシストオフ、幼児用座席+24 kg ダミー、 走行速度 18 km/h)
段差	4,688 回 (アシストオン、27 kg おもり、 走行速度 19 km/h)	119 回 (アシストオン、27 kg おもり、 走行速度 23 km/h)
市街地	13,681 km (アシストオフ、幼児用座席+24 kg ダミー)	1 km (アシストオン、27kg おもり)

表 3 ワーストケース時に JIS の各動的試験で担保されるリヤキャリアの寿命

走行路	担保される寿命	
	JIS 側方動的試験 100,000 回	JIS 垂直方向動的試験 100,000 回
平たん路	61,315 km (アシストオフ、幼児用座席+24 kg ダミー、 走行速度 14 km/h)	6,556 km (アシストオン、幼児用座席+24 kg ダミー、 走行速度 18 km/h)
上り坂及び 下り坂	611 km (アシストオフ、幼児用座席+24 kg ダミー、 走行速度 18 km/h)	370 km (アシストオフ、幼児用座席+24 kg ダミー、 走行速度 18 km/h)
段差	4,529 回 (アシストオン、27 kg おもり、 走行速度 19 km/h)	774 回 (アシストオン、27 kg おもり、 走行速度 23 km/h)
市街地	13,219 km (アシストオフ、幼児用座席+24 kg ダミー)	9 km (アシストオン、27kg おもり)

表 1～表 3 より、ISO や JIS の側方動的試験で担保されるワーストケース時の寿命は、上り坂及び下り坂は約 600 km、段差走行約 4,000 回であったが、CD の側方動的試験で担保されるワーストケース時の寿命は、上り坂及び下り坂では 15 km、段差走行では 111 回と、ISO や JIS に比べ十分でないことが分かった。また市街地走行においては CD の側方動的試験及び CD、ISO、JIS の垂直方向動的試験でワーストケース時の寿命が 500 km 以下であった。

CD の側方動的試験と上り坂及び下り坂走行時について、上り坂及び下り坂走行時のワーストケース時における、リヤキャリア側方のひずみの波形で比較してみる。図 10 に、幼児用座席+24 kg ダミー、走行速度 18 km/h、アシストオンまたはオフの状態の上り坂及び下り坂を走行した時の右後右のひずみ波形と CD の側方動的試験時の右後右のひずみ波形を示す。

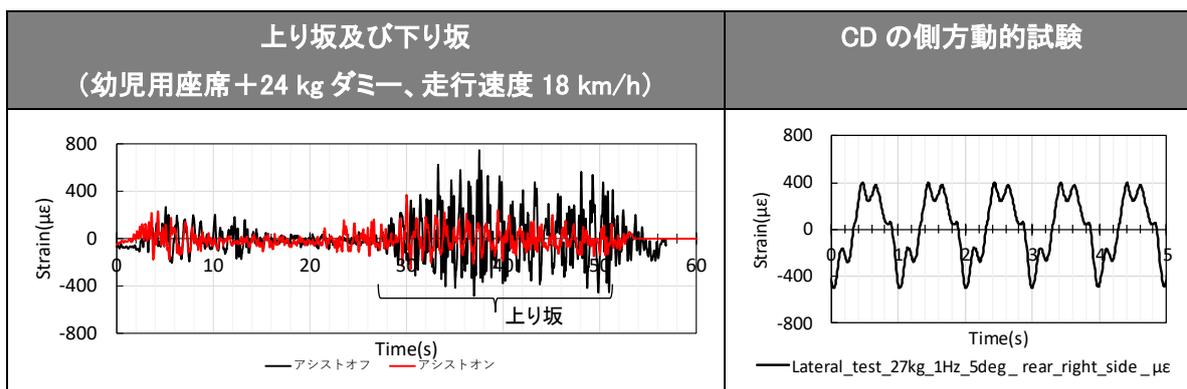


図 10 ひずみ波形の比較

図 10 より、アシストオフの状態を上り坂を走行した際、CD の側方動的試験と同等以上のひずみが周期的に生じていた。この結果は走行速度や勾配、走行距離の条件は異なるが、過去当所が実際の幼児を載せ調査した結果と概ね同じであった。一方、アシストオンの状態ではそれほど大きなひずみが生じていなかった。理由としては電動機による駆動補助出力が付加されることにより、ペダルを強く踏み込まず、フレームを左右に振らなくても上り坂を走行できることが原因と考えられる。同走行条件におけるリヤキャリヤ左右方向の上り坂走行時の加速度の波形（図 11）においても、波の周期はほぼ同じながら、アシストオフの状態の方が、加速度が大きくなっており、左右への揺動が大きくなっていることが分かる。一般用自転車向けのリヤキャリヤを規格の適用範囲内に含めるのであれば、CD を提案しているオランダの EPAC を用いた検証だけでは、不十分であると言える。

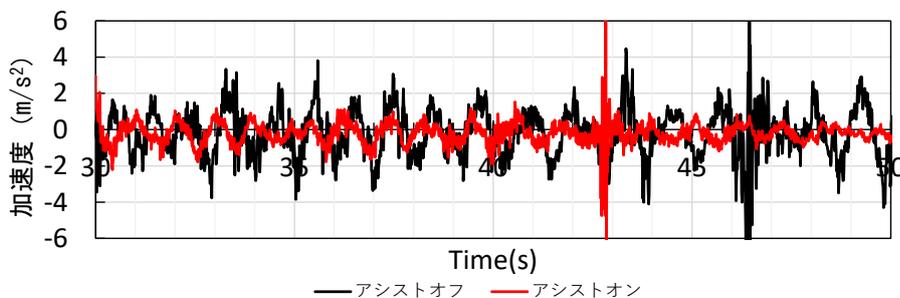


図 11 上り坂及び下り坂（幼児用座席+24 kg ダミー、走行速度 18 km/h）走行時のリヤキャリヤ左右方向の加速度

以上より、CD の側方動的試験は、アシストオフの状態あるいはアシスト機能のない自転車のリヤキャリヤに幼児用座席+24 kg のダミーを載せた状態で、上り坂を登坂した際の負荷を概ね再現していることが分かった。側方動的試験として必要な試験回数については、実使用時において、どの程度の距離の上り坂走行を想定すればよいかで決まってくることになる。

今回の測定は1銘柄、1乗員における測定であり、走行条件も一定の範囲内であるため、リヤキャリヤ使用時に考えられる全ての状況を網羅したものではないが、今回の測定結果を一定の指標として、側方動的試験の妥当な試験回数を検討してみる。なお、実使用時は平たん路、上り坂、下り坂などが組み合わせられた複合的な路面状況を走行するが、ここでは単に各走行路だけを走る場合を仮定した。

今回の上り坂及び下り坂の走行路は、上り坂と下り坂が各100m、平たん路40mを含む計240mの走行路であり、線路の下を通過するためのアンダーパスである。自転車の通行量も少なくなく、日本国内においても珍しくはない走行路だと思われる。

仮に、リヤキャリヤ上に幼児用座席+24kgダミーを積載したアシストオフ状態またはアシスト機能がない自転車でのアンダーパスを1日に1往復すると、上り坂約200mを含む約500mを走行することになる。このアンダーパスを1年に200回往復すると仮定すると、1年あたり約100kmの走行となり、5年の使用を想定する（過去文献<sup>2)</sup>では軽快車の使用意向年数は5~12年、当所過去調査結果<sup>3)</sup>ではシティ車に期待される製品寿命が5年以内で約50%、10年以内で約75%という結果）と、上り坂及び下り坂走行で500km程度の寿命を担保する必要がある。

今回の測定におけるワーストケースにおいて、CDで提案されている側方動的試験で上り坂及び下り坂を18km/hで走行した場合に担保される寿命が15kmであったため、500kmの寿命を担保するには試験回数を33倍にする、すなわち側方動的試験の試験回数が66,000回必要となる。今回の測定は1ケースに過ぎないため、仮に物理的な寿命に関して安全率を1.5とすると、試験回数は10万回となる。側方動的試験の試験回数が10万回あればキャリヤ足側方への負荷に対し、段差乗り上げ5,500回、市街地走行16,200kmの寿命も担保できる。よって、電動アシスト自転車を含む一般用自転車用のリヤキャリヤにおいて、CDで提案された側方動的試験の試験回数は、10万回が妥当な試験回数であると考えられる。

次に市街地走行について、CDの垂直方向動的試験で約100kmの寿命しか担保できていなかった。これは第一報の5.4.1で考察したように、歩道乗り上げなどの衝撃によるひずみが寿命計算で大きく寄与しているためであり、動的試験では再現が難しい衝撃的な力によるひずみが生じているためである。表1より、CDの垂直方向動的試験では、平たん路や上り坂及び下り坂、段差走行では十分な寿命が担保できているため、CDの垂直方向動的試験については提案された試験方法、試験回数10万回のままで、別途衝撃的な力に対する試験などを行う必要があるかもしれないが、表1、表2及び表3の比較や、第一報でも述べたとおり、これまでのISOやJISの垂直方向動的試験よりもCDで提案された垂直方向動的試験の方が過酷な試験である点において、垂直方向に対する試験については不要と考えられる。加えて、JIS D 9453:2013発行以降に販売されたリヤキャリヤにおいて、消費者庁が公表した重大製品事故情報やNITE事故情報データベースに掲載されたリヤキャリヤに起因する事故は報告されておらず、現状、試験方法の改正を強く進める理由がない。これらの点から、試験方法の変更に対しては、過剰とならぬよう注意しなければならない。

### 3.2 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

第一報の 4.2 でクラス 18 のリヤキャリアにおいて報告を行ったが、CD の垂直方向動的試験と側方動的試験を同一サンプルで行った場合、現在市販されているリヤキャリアにおいて試験に耐えることができるのかを代表的なクラス 27 のリヤキャリアを用いて調査した。

第一報の結果（第一報の表 4）にクラス 27 のリヤキャリアの結果を加えたものを表 4 にまとめるが、クラス 27 のリヤキャリアにおいても、CD の側方動的試験だけでは試験回数 30 万回で異常はなく、CD の垂直方向動的試験 10 万回後に連続して側方動的試験を行っても試験回数 30 万回後で異常は見られなかった。

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	
	クラス 18	クラス 27
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	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	側方動的試験 30 万回で 異常なし

## 4. まとめ

本報告の検証では、クラス 27 のリヤキャリアを搭載した、日本における代表的な電動アシスト自転車を用いて、3 種類の積載物、4 パターンの走行路及びアシストオン・オフ状態における実走行測定を行い、ISO/CD 11243:2019 で新規提案されているリヤキャリアの動的試験について、その動的試験で担保される寿命の観点から妥当性の検証を行った。

第二報で得られた結果としては、以下のとおりである。

### (側方動的試験)

ISO/CD 11243:2019 において新規提案されている側方動的試験では、アシストオフあるいは電動アシストのない一般用自転車において、リヤキャリアに許容される重量物を積載した状態で勾配約 4° の上り坂を走行した時に生じるリヤキャリアへの負荷を再現していた。CD で提案されている試験回数 2,000 回では上り坂及び下り坂を 18 km/h で走行した場合、15 km 程度の寿命しか担保しておらず、仮に上り坂及び下り坂走行で 500 km の寿命を担保するのであれば、試験回数 100,000 回が妥当と考えられる。

### (垂直方向動的試験)

ISO/CD 11243:2019 において新規提案されている垂直方向動的試験は、第一報で述べた通り、ISO 11243:2016 や JIS D 9453:2013 の垂直方向動的試験と比べ大きな負荷を生じる試験であり、実走行時のデータと比較しても、長い寿命を担保できる試験であった。ただ、これまでの垂直方向動的試験及び CD で提案されている垂直方向動的試験については、段差等を走行した際の衝撃的な力が加わった状況を再現しているわけではない。

## 参考文献

- 1) (一財) 自転車産業振興協会 キャリアの検証試験報告 平成 23 年 3 月
- 2) (一財) 自転車産業振興協会 自転車実用便覧 第 4 版
- 3) (一財) 自転車産業振興協会 平成 22 年度自転車の安全使用指針の検討【自転車の利用実態調査より】報告書