

キャリヤの検証試験報告

(財) 自転車産業振興協会技術研究所

1. 目的

(独) 国民生活センターのPIO - NET (全国消費生活情報ネットワーク・システム) には、「自転車の前後に子供を乗せて走行中、幼児用座席 (幼児座席) を付けたキャリヤ (荷台) を止めるネジが外れ、子供が放り出されて転落し脳しんとうを起こした」など、自転車のキャリヤの強度に関する相談が 2004 年度からの 5 年間で 14 件寄せられている。同センターでは、一般的なシティ車のキャリヤの積載荷重の上限はほとんどが 18kg であり、6 歳児 (平均体重 21kg) を乗せて走行すると積載荷重オーバーの状態となることから、自転車のキャリヤに幼児用座席を取り付けて使用したとき、キャリヤの強度に問題が発生しないかをテストするとともに、キャリヤの強度に関する表示内容の調査を行った報告「自転車の荷台の強度－幼児座席を安全に使用するために」の報道発表を平成 21 年 6 月に行なった。

同報告書では、日本工業規格 JIS D 9453 (自転車-リヤキャリヤ及びスタンド) で規定されている試験方法は幼児用座席使用時の重心の高さなどを想定しておらず、実使用で必要と考えられる強度を確認できる内容になっていないのでは、との指摘があり、併せてキャリヤの日本工業規格 JIS D 9453 の刷新が要望された。

そこで、国内規格調査部会 (事務局: 自転車産業振興協会技術研究所) では、技術研究所においてキャリヤの検証試験を実施し、技術データを基に規格改正の可否を審議することとした。今回、キャリヤ検証試験の技術データを取りまとめたので、その概要を報告する。

2. 試験概要

JIS D 9453 (自転車-リヤキャリヤ及びスタンド) には、キャリヤの強度として、静的試験と動的試験が規定されている。動的試験とは、キャリヤプラットフォーム (荷物を積載、固定することができる平坦な部分) にダンベル状のおもりを取り付けて上下及び側方に振動させる試験であり、

- ① おもりは、キャリヤプラットフォームから上方に 10mm 以下の高さに取り付けるとの規定であるが、幼児用座席使用時には重心高さの位置がそれより上方に位置する。
- ② JIS D 9453 はキャリヤ単独の強度規定であるが、完成車の規定である JIS D 9301 (一般用自転車) には、フレームにキャリヤを取り付けた時の取り付け部の強度を確認する試験方法が規定されていない。

上記 2 点の検証について、「実走行による測定」、「試験機による測定」、「耐久試験」の 3 種類の試験を実施した。

- 1) 「実走行による測定」として、自転車のキャリヤに取り付けた幼児用座席に幼児及び車いす用テストダミー (おもり) を載せて、実際に乗員が走行したときのキャリヤの左右揺動角、揺動角速度、加速度、応力などを測定し、実状を把握した。
- 2) 「試験機による測定」として、ダンベル、車いす用テストダミー及び砂袋の 3 種類のお

もりを使って測定を実施し、実走行による測定結果との比較から、前述の①幼児用座席使用時の重心高さの影響について検証した。

3)「耐久試験」として、実走行による測定と試験機による測定結果を比較し、実走行に近いと思われる試験条件を決めて耐久試験を実施し、前述の②フレームにキャリアを取り付けた時の取付け部の強度について検証した。

3. 供試品

3.1 供試車

供試車は、26 インチのシティ車で、フレームが鉄製のダブルループ形で、クラス 18 のキャリアが標準装備された自転車とメーカーがクラス 27 のキャリアも装着可能として販売している自転車の 2 台とした。表 1 及び写真 1、2 に供試車を示す。なお、フレームの剛性がキャリアの検証試験に影響するのではないかと指摘があり、フレームの剛性を調査した結果、後段の自転車の方の剛性が高かったことから、これ以降、通常フレーム、及び剛性フレームと記載する（フレームの剛性の調査結果については、7 章に示す）。

表 1 供試車

No.	自転車へのキャリアの取り付け	フレームの剛性	フレームサイズ (mm)	GD (m)	質量 (kg)
1	クラス 18 標準装備	通常	415	4.65 (注)	17.9
2	クラス 27 装着可能	剛性	390	3.95 (注)	19.6

注：変速装置なし。GD (Gear development) は歯数比距離とも呼ばれ、ギヤクランクを 1 回転させることによって自転車の進む距離を示す。



写真 1 通常フレーム車（幼児用座席を取り付けた状態）



写真 2 剛性フレーム車

3.2 キャリヤ

使用したキャリアの仕様を表 2 に示す。写真 3～5 にキャリアの構造を示す。キャリア

表2 キャリヤの仕様

キャリヤ		長さ(mm)											質量 (kg)	材質	
No.	種類	L	プラットホーム					サドル側組付部			キャリヤ足				
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨				
1	クラス18 ダボ止め	435	160	346	-	-	-	105	-	-	355	-	-	1.1	鉄製
2	クラス18 シート止め	505	158	345	-	-	-	170	-	-	365	-	-	1.1	鉄製
3	クラス27 ダボ止め	435	160	350	-	-	-	98	-	-	355	-	-	1.0	鉄製
4	クラス27 シート止め	505	158	345	-	-	-	168	-	-	365	-	-	1.2	鉄製
5	クラス18 シート止め	510	160	345	-	-	-	180	-	-	375	-	-	1.1	鉄製
6	クラス27 シート止め	500	158	343	-	-	-	170	-	-	365	-	-	1.2	鉄製

キャリヤ		外径(mm)										
No.	種類	L	プラットホーム					サドル側組付部			キャリヤ足	
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	
1	クラス18 ダボ止め	-	7.0	7.0	6.0	8.0	8.0	15.0	3.5	8.0	16.7	3.2
2	クラス18 シート止め	-	7.0	7.0	6.0	8.0	8.0	15.3	3.2	8.0	16.0	3.0
3	クラス27 ダボ止め	-	7.0	7.0	6.0	8.0	8.0	13.5	3.6	8.0	15.5	3.0
4	クラス27 シート止め	-	7.0	8.0	6.0	8.0	8.0	15.0	3.2	9.0	17.5	3.0
5	クラス18 シート止め	-	7.0	7.0	6.0	8.0	8.0	14.5	3.5	8.0	16.5	3.0
6	クラス27 シート止め	-	7.0	8.0	6.0	8.0	8.0	15.0	3.2	9.0	17.0	3.8

注：7、9は幅及び厚さを示す

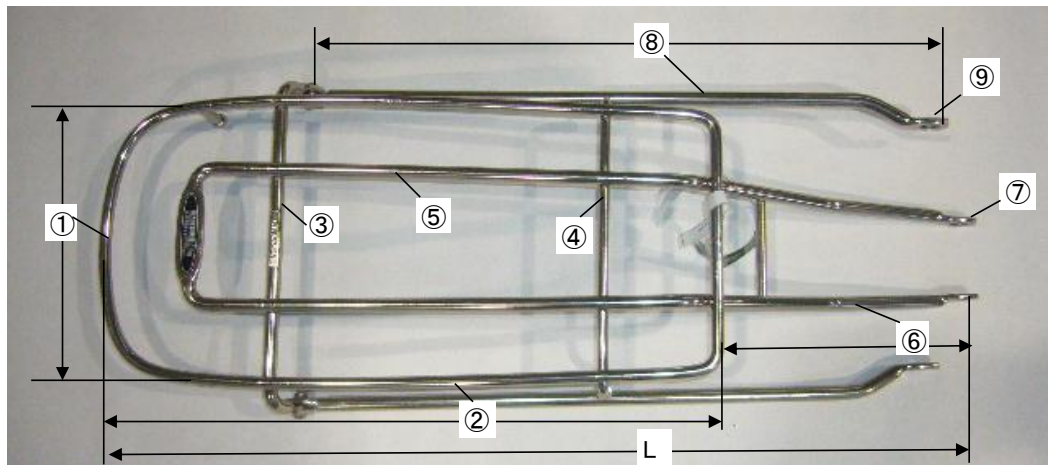


写真3 シート止めキャリヤ

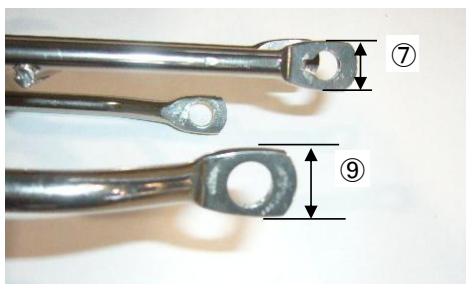


写真4 サドル側組付部、キャリヤ足

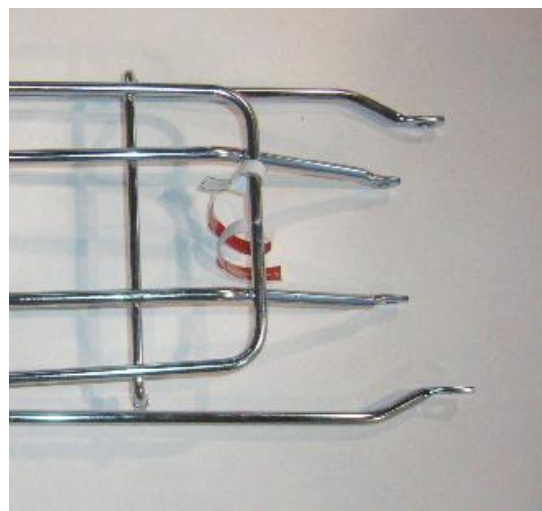


写真5 ダボ止めキャリヤ

の質量別クラスは、クラス18とクラス27の2種類とした。質量別クラスは、キャリヤの最大積載質量を表しており、例えばクラス27は、そのキャリヤの最大積載質量が27kgで

あることを示している。従って幼児用座席を取り付けて幼児を乗せる場合、幼児用座席の質量と幼児の体重との合計が 27kg 以下でなければならない。また、キャリヤのフレームへの取り付け方法は、シートピンにより固定するタイプ（シート止めキャリヤ）とフレームのキャリヤ取り付け用の“ダボ”（写真 1 1 参照）で固定するタイプ（ダボ止めキャリヤ）の 2 種類とした。なお、これらのキャリヤは、サドル側組付部の形状（幅）が異なっているだけで、使われている線材の太さは変わらない。また、通常、キャリヤのサイズはフレームサイズに適合するものを使用するが、供試車のフレームサイズが異なっていたため、クラス 18 シート止めとクラス 27 シート止めがそれぞれ 2 種類あり、合計 6 種類とした。

3.3 幼児用座席

幼児用座席はプラスチック製（写真 1 参照）のものを使用し、キャリヤプラットフォームの中央に取り付けた。キャリヤの後端に光ファイバー式ジャイロセンサを取り付けたため、その取付金具の先端に幼児用座席の後端がくるよう固定した。また、ダミー積載時には、走行中にダミーが移動しないよう皮製のクリップバンドで固定した。

3.4 おもり

3.4.1 車いす用テストダミー

検証試験を実施するにあたり、幼児の重心高さが模擬されたおもりが必要となるため、今回の検証試験では車いす用テストダミーを使用することとした。

JIS T 9201（手動車いす）には、静止力試験、静的安定性試験、直進安定性試験、Wドラムによる走行耐久性試験、車いす落下試験などが規定されているが、試験時に車いすに積載するおもりとして ISO 7176-11（手動車いす：テストダミー）に規定されたテストダミーを使用するよう規定されている。テストダミーは手動車いすの適応使用者体重ごとに、質量 25 kg、50 kg、75 kg、100 kg の 4 種類が規定されているが、今回はそのうちの質量 25kg のテストダミー（テストダミーのおもりを減じて 22kg になるよう調整）を新規に製作（表 3、図 1）し、試験に用いた。

テストダミーの枠の部分は木製であり、胴部、大腿部にそれぞれ 10 kg 及び 9 kg のおもりを組み付けて使用する。なお、座席に当たる部分にはクローズドセル高密度フォームを取り付け、座席の

表 3 テストダミー

ダミーの呼び質量	22 kg
胴部	10 kg のおもり
	1.5 kg (おもり以外の質量)
小計	11.5 kg
大腿部	9 kg のおもり
	1.5 kg (おもり以外の質量)
小計	10.5 kg
全質量	22 kg

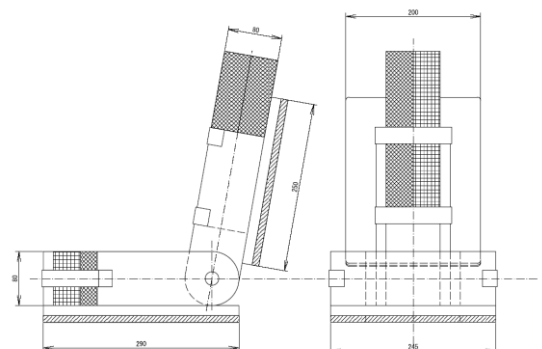


図 1 車いす用テストダミー

損傷を防止している。

試験に先立ち、車いす用テストダミーの重心高さを実際の幼児の重心高さとの比較を行った。文部科学省の学校保健統計調査による幼児(5～6歳児)の座高、あご(頤)高さ、体重の平均値を表4に示す。また、椅座位時の人体(大人)の重量分布比率は、図2の数値によれば頭部:8、胴部(両手を含む):62である。幼児の重心高さは、幼児の座高、あご高さ及び頭部と胴部の重量分布比率から算出した。

なお、座高、あご高さは、幼児の体重が22kgに近い昭和60年度の6歳児の平均値を使用(表4で赤字で示す)した。計算の結果、幼児の重心高さは座面から262mmとなり、質量25kgの車いす用テストダミーの胴部の質量の重心位置は座面から263mmであることから、ほぼ一致していた。

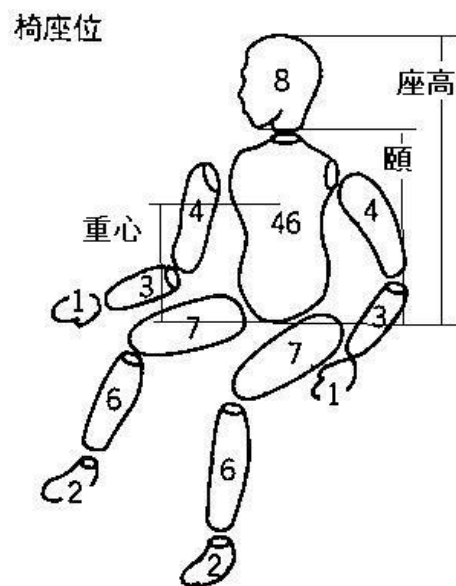


図2 人体の重量分布比率

出展：建築・室内・人間工学、鹿島出版会

表4 幼児の座高、頤高さ、体重

	年齢	昭和60年度 (注1)			平成8年度 (注2)		
		男	女	平均	男	女	平均
座高 (cm)	5	62.6	62.1	62.4	62.3	61.8	62.1
	6	65.2	64.7	65.0	65.2	64.8	65.0
あご高さ(あごから座面の高さ)(cm)	5	42.5	41.9	42.2	—	—	—
	6	45.0	44.7	44.9	—	—	—
体重 (kg)	5	19.1	18.7	18.9	19.3	19.0	19.2
	6	21.2	20.7	21.0	21.8	21.3	21.5

注1：昭和60年度学校保健統計調査

注2：平成8年度学校保健統計調査

3.4.2 EN14344(自転車用幼児用座席)に規定された砂袋

EN14344(Child use and care articles - Child seats for cycles - Safety requirements and test methods)においては、図3に示したような砂袋(規格ではTest bagと呼称)を使用するよう規定されており、テストダミーとの比較のために使用した。

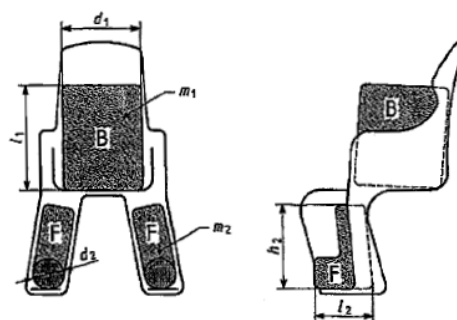


図3 EN14344に規定された砂袋

砂袋は幼児用座席各部にしっかりと合うような柔軟性と、中身の沈み込みを防止するのに十分な強度を備えた材料でできており、不活性で粒状の適切な同質材料（必ずしも砂でなくても良い）が表5に示した質量まで詰め込まれていることと規定されている。今回、砂袋の合計質量を22kgに調整した。

表5 EN14344（自転車用幼児用座席）に規定された砂袋

座席の クラス	ボディバッグ (B)			フットバッグ (F)			
	d_1 mm	l_1 mm	m_1 kg	d_2 mm	h_2 mm	l_2 mm	m_2 kg
22kg 以下用	220±40	260±50	18±0.1	80±20	160±30	200±40	3±0.1

3.4.3 ダンベル

JIS D 9453（自転車-リヤキャリア及びスタンド）のキャリアの側方動的試験に使用するおもりで、ダンベルの形状をしたおもり（ダンベル状のおもりについては、5.1章に示す）である。

4. 実走行による測定

4.1 供試車とキャリアの組み合わせ

供試車とキャリアの組み合わせを表6に示す。通常フレーム車は、フレームのキャリア取り付けダボにダボ止めキャリアを取り付けたとき、フレームのシートピンにより固定するシート止めキャリアを取り付けたときの2条件で試験を実施した。一方、剛性フレーム車はフレームにダボが付いていなかったため、シート止めキャリアを取り付けての試験のみを実施した。なお、キャリアの取り付けねじは、メーカーの推奨トルクで締め付けた。

表6 供試車とキャリアの組み合わせ

供試車	キャリア	
	No.	種類
通常フレーム	1	クラス 18 ダボ止め
	2	クラス 18 シート止め
	3	クラス 27 ダボ止め
	4	クラス 27 シート止め
剛性フレーム	5	クラス 18 シート止め
	6	クラス 27 シート止め

4.2 乗員、おもり、幼児用座席

幼児用座席を取り付けた供試車に車いす用テストダミー（以下ダミーという）を載せ、男性職員により技術研究所周辺（大阪府堺市）の路上を走行した。キャリアへの積載質量は、ダミー、幼児用座席、調整おもりにより合計27kgとした（表7に示す）。

また、ダミーのような金属のおもりを幼児用座席に固定した場合と、実際の幼児を乗せた場合とを比較するために、表8に示す女性の乗員によりダミーと幼児を載せた状態との2条件でも測定した。

表7 キャリヤへの積載質量

単位 (kg)

	幼児用座席	ダミー	幼児	調整おもり	合計
ダミーの場合	4.7	22	—	0.3	27
幼児の場合		—	20	2.3	27

表8 乗員及び幼児の年齢、身長、体重

乗員	年齢 (才)	身長 (cm)	体重 (kg)	備考
男性	29	175	68	写真13参照
女性	42	166	56	写真14参照
幼児 (男子)	6	116	20	写真14参照

4.3 測定項目

実走行における測定項目は、表9に示す走行中の左右揺動角、左右揺動角速度、左右方向への加速度、キャリヤの応力（3カ所）、フレームのキャリヤ取り付けダボの応力（2ヶ所）とし、合計8チャンネル（Ch）とした。これらのデータをデータロガー（写真12）により収録した。測定機器類を写真6～12に示す。図4に応力測定位置を示す。応力1、2の歪ゲージは、ロッド先端のプレス部分の内側（写真中、丸で囲んだ部分）に貼付した。なお、フレームに取付けられたダボの寸法は、高さ20.5mm、幅17mm、厚さ3mm（写真11参照）であった。

データ測定では、自転車のスタンドを立てた状態で揺動角をゼロに設定し、その後、乗員とおもり（ダミー又は幼児）を載せない状態で応力の初期平衡を取った。

表9 測定項目

Ch	データ	測定位置	センサ
1	左右揺動角	キャリヤのプラットホーム（後端から50mm）	光ファイバー式 ジャイロセンサ （写真6参照）
2	揺動角速度	〃	
3	左右加速度	〃	
4	応力	応力1：サドル側組付部（写真8参照）	歪ゲージ
5		応力2：キャリヤ足下部（写真9参照）	
6		応力3：リベット部（写真10参照）	
7		応力4：フレームダボ（側面）（写真11参照）	
8		応力5：フレームダボ（上面）（写真11参照）	

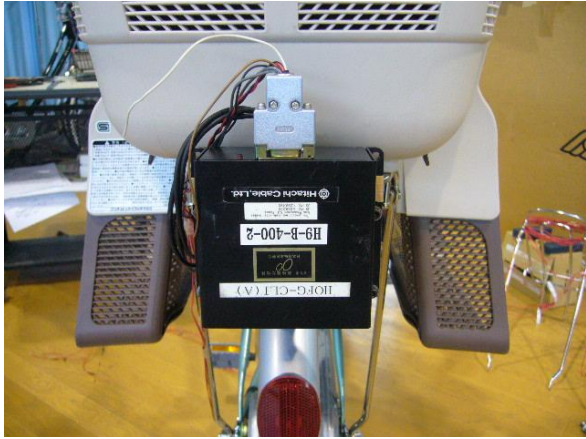


写真6 光ファイバー式ジャイロセンサ

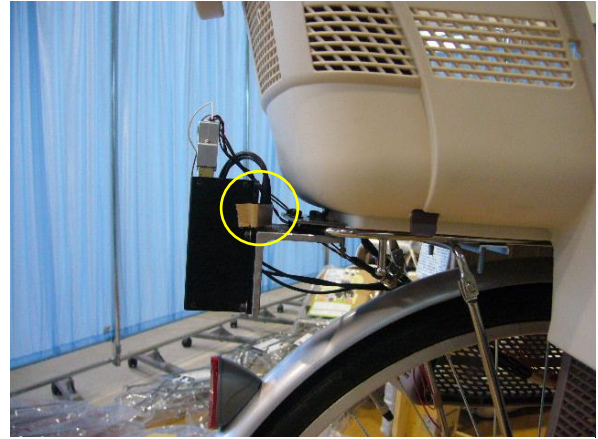


写真7 加速度センサ

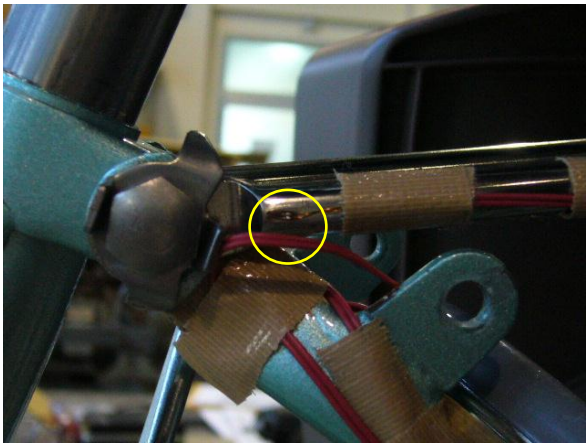


写真8 応力1 : サドル側組付部

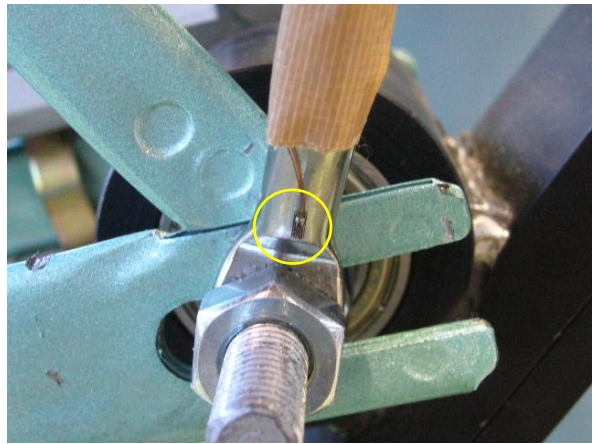


写真9 応力2 : キャリヤ足

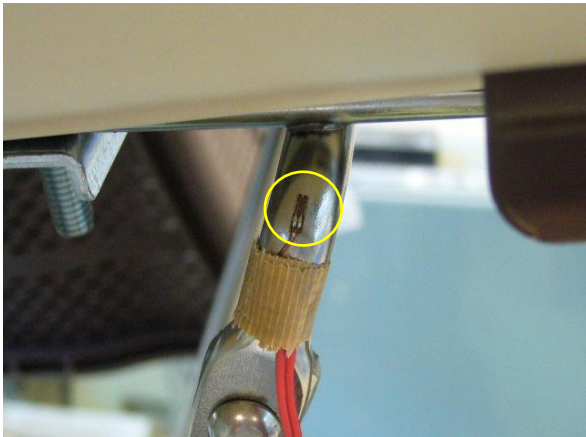


写真10 応力3 : リベット部

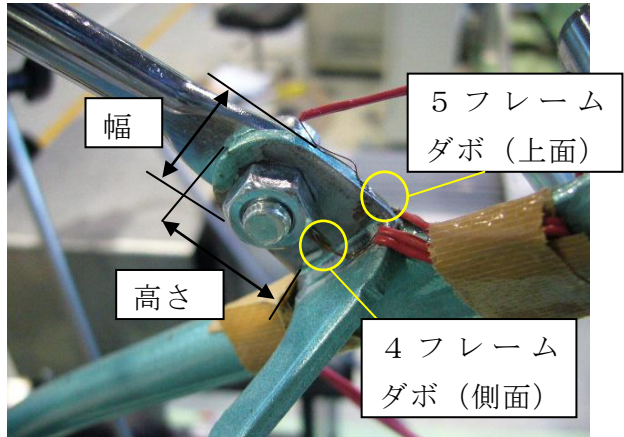


写真11 応力4、5 : フレームダボ



写真12 データロガー、ダミー及び幼児用座席

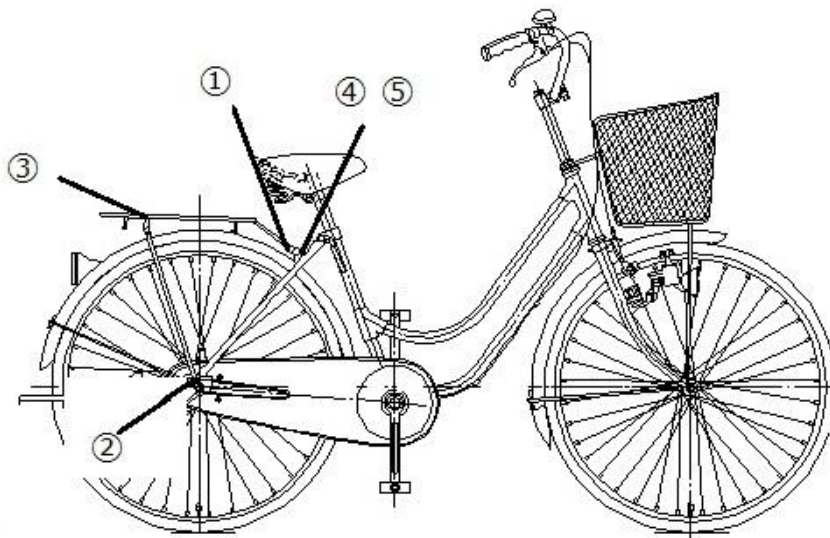


図4 応力測定位置

4.4 走行条件

走行条件は、停止状態からの加速、左右へのカーブ、坂道上りとした。坂道上りは、サドルに座った状態と立ちこぎの状態での2回測定した。加速、左右へのカーブは一般道路を走行し、坂道上りは河川の遊歩道（傾斜角度5度）を走行した。走行速度は、16 km/hとし、乗員がスピードメータを見て速度を調整した。写真13～15に走行状況を示す。



写真13 加速時



写真 14 右カーブ



写真 15 坂道上り

4.5 測定結果

幼児積載時及びダミー積載時の測定波形の一例を図5に示す。図5におけるデータは、剛性フレーム、No.6：クラス 27シート止めキャリヤ、女性、立ちこぎ時である。

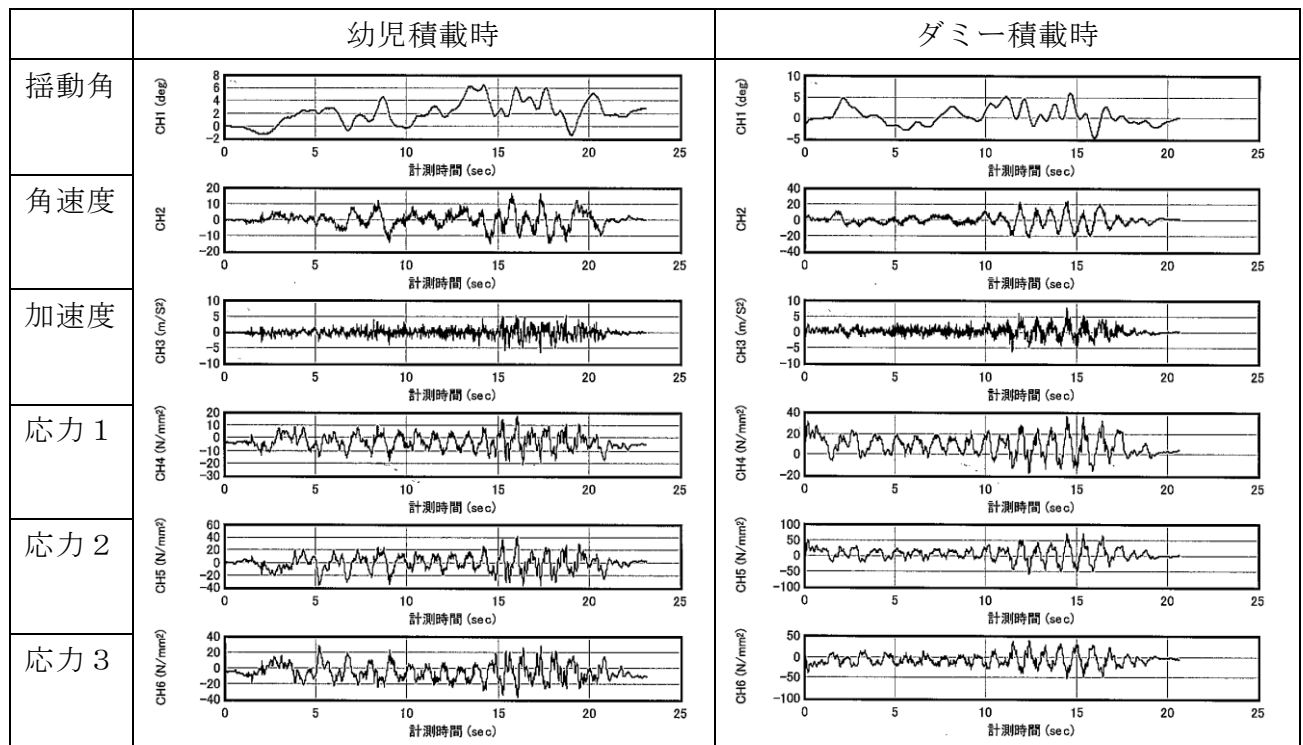


図5 実走行による測定波形の一例（幼児積載時及びダミー積載時）

実走行による測定結果を表10に示す。表10はフレームの剛性（通常、剛性）、キャリヤの種類、おもり（ダミー、幼児）、乗員（男性、女性）及び走行条件（加速時、左右カーブ、坂道上り、立ちこぎ）を変えたときのキャリヤの揺動角、角速度、加速度、応力の一覧である。なお、測定波形から最大値、最小値を読み取り、測定値とした。測定は各3回行い、平均値を求めた。揺動角、角速度、加速度は、右方向を+の数値で、左方向を-の数値で表した。応力は、最大値と最小値との幅であるピークーピーク（P-P）で表した。

表10 実走行による測定結果

走行条件	フレーム	キャリヤ		おもり	乗員	揺動角 (度)		角速度 (deg/s)		加速度 (m/s ²)		応力1 (N/mm ²)			応力2 (N/mm ²)			応力3 (N/mm ²)			応力4 (N/mm ²)			応力5 (N/mm ²)					
		No.	種類			右方向	左方向	右方向	左方向	右方向	左方向	最大値	最小値	P-P	最大値	最小値	P-P	最大値	最小値	P-P	最大値	最小値	P-P	最大値	最小値	P-P	最大値	最小値	P-P
加速時	通常	1	クラス18 ダボ止め	ダミー	男性	4.6	-4.1	14.8	-13.5	3.9	-3.7	-6.2	-16.4	10.2	52.8	-48.6	101.4	22.3	-66.2	88.5	65.8	-58.2	123.9	18.0	-31.6	49.6			
		2	クラス18 シート止め			6.4	-3.1	13.4	-14.2	3.9	-4.2	22.4	-23.5	46.0	78.2	-63.9	142.1	34.1	-62.8	96.9									
		3	クラス27 ダボ止め			4.9	-6.7	18.3	-17.2	3.8	-4.0	-0.3	-11.7	11.3	62.6	-75.8	138.5	28.8	-60.1	88.9	54.6	-64.8	119.4	28.1	-24.3	52.4			
		剛性	4	クラス27 シート止め	幼児	女性	7.6	-3.3	14.6	-17.3	4.5	-4.4	10.4	-12.9	23.3	54.8	-35.7	90.5	39.0	-32.7	71.7								
			5	クラス18 シート止め			4.0	-5.4	16.1	-14.3	3.4	-3.3	10.3	-13.5	23.8	58.6	-11.4	70.0	10.2	-50.1	60.3								
			6	クラス27 シート止め			4.4	-4.6	17.1	-14.5	3.8	-3.3	16.8	-32.1	48.8	36.9	-76.6	113.5	46.1	-51.1	97.2								
	右カーブ	通常	1	クラス18 ダボ止め	ダミー	男性	13.5	-4.0	17.3	-21.2	3.8	-4.1	-6.2	-13.6	7.4	48.9	-33.2	82.1	10.8	-64.9	75.6	48.6	-44.6	93.1	14.5	-25.5	40.0		
			2	クラス18 シート止め			12.8	-2.8	13.3	-15.5	3.8	-3.8	13.2	-15.4	28.6	56.4	-34.7	91.1	12.9	-55.8	68.7								
			3	クラス27 ダボ止め			11.9	-3.0	18.7	-18.0	3.4	-3.8	-1.3	-10.9	9.6	50.5	-65.0	115.5	22.9	-63.7	86.6	46.2	-45.1	91.3	23.5	-20.2	43.6		
			剛性	4	クラス27 シート止め	幼児	女性	11.8	-5.1	14.1	-13.5	3.1	-3.6	6.2	-9.7	15.9	44.0	-12.7	56.7	21.8	-25.8	47.6							
				5	クラス18 シート止め			14.7	-6.1	21.9	-22.6	4.1	-4.1	8.3	-9.7	18.0	57.5	-1.2	58.7	10.6	-51.4	62.0							
				6	クラス27 シート止め			14.7	-2.7	15.4	-19.5	4.6	-3.9	10.8	-2.8	13.7	49.4	2.2	47.2	2.4	-48.6	50.9							
左カーブ		通常	1	クラス18 ダボ止め	ダミー	男性	14.4	-3.1	18.5	-16.6	3.2	-2.6	11.9	-25.4	37.3	28.2	-51.8	80.0	26.4	-40.5	67.0								
			2	クラス18 シート止め			12.6	-3.0	15.8	-16.3	2.9	-3.5	13.7	-16.7	30.4	35.1	-26.5	61.6	20.3	-33.1	53.4								
			3	クラス27 ダボ止め			16.3	-2.3	15.9	-12.8	3.9	-3.4	13.3	-18.9	32.3	31.0	-29.6	60.6	8.9	-44.6	53.4								
			剛性	4	クラス27 シート止め	幼児	女性	17.2	-1.5	13.7	-13.8	3.8	-3.2	16.0	-9.4	25.4	34.2	-14.9	49.1	4.8	-43.4	48.2							
				5	クラス18 シート止め			14.0	-3.4	16.5	-17.0	3.6	-3.6	8.6	-13.3	21.8	43.5	-26.8	70.3	14.2	-47.2	61.3							
				6	クラス27 シート止め			3.1	-12.6	12.7	-17.5	3.8	-2.8	-9.0	-17.3	8.3	44.6	-32.9	77.5	5.8	-64.5	70.4	46.5	-45.1	91.5	15.2	-27.3	42.6	
	坂道上り	通常	1	クラス18 ダボ止め	ダミー	男性	3.2	-11.8	12.5	-13.4	3.2	-3.0	13.1	-15.0	28.1	54.9	-35.8	90.7	10.8	-54.9	65.7								
			2	クラス18 シート止め			3.2	-14.3	14.4	-15.7	3.7	-4.3	-0.2	-9.3	9.1	46.6	-61.9	108.5	20.5	-57.6	78.1	41.4	-47.4	88.8	23.8	-19.3	43.0		
			3	クラス27 ダボ止め			4.7	-10.9	16.3	-15.8	3.5	-3.3	8.6	-9.1	17.7	50.0	-16.6	66.6	21.0	-30.2	51.3								
			剛性	4	クラス27 シート止め	幼児	女性	3.7	-13.1	16.5	-17.2	3.6	-4.0	11.3	-10.3	21.6	59.3	-5.7	64.9	7.2	-47.5	54.7							
				5	クラス18 シート止め			2.2	-11.9	12.9	-15.2	5.5	-3.2	10.8	-3.3	14.1	43.1	2.1	41.0	1.9	-44.0	45.9							
				6	クラス27 シート止め			1.4	-17.3	18.6	-19.2	3.5	-3.5	14.7	-30.2	44.9	34.8	-61.1	95.9	26.9	-49.0	75.8							
立ちこぎ		通常	1	クラス18 ダボ止め	ダミー	男性	0.0	-14.5	10.9	-11.2	2.1	-2.6	5.1	-20.9	26.0	30.1	-22.9	53.0	12.2	-28.5	40.7								
			2	クラス18 シート止め			2.0	-14.0	14.0	-13.6	4.0	-3.4	19.1	-17.3	36.3	34.0	-33.0	67.0	11.9	-42.6	54.5								
			3	クラス27 ダボ止め			1.6	-14.2	11.1	-13.0	4.1	-3.1	15.4	-6.6	21.9	28.2	-12.1	40.3	7.5	-29.1	36.6								
			剛性	4	クラス27 シート止め	幼児	女性	2.5	-13.5	14.0	-15.2	3.7	-3.3	8.9	-13.9	22.8	42.6	-28.0	70.5	12.6	-44.8	57.4							
				5	クラス18 シート止め			5.7	-4.1	13.4	-14.4	3.7	-4.2	-4.7	-15.2	10.5	58.2	-46.7	104.9	24.4	-63.4	87.9	75.1	-60.4	135.5	22.2	-34.3	56.5	
				6	クラス27 シート止め			4.9	-6.1	15.5	-16.6	4.7	-4.1	19.9	-23.3	43.2	84.7	-58.2	142.9	26.7	-70.8	97.6							
	立ちこぎ	通常	1	クラス18 ダボ止め	ダミー	男性	7.9	-4.5	23.7	-25.2	4.9	-5.7	5.9	-4.7	10.6	87.7	-85.2	172.9	34.4	-82.9	117.2	53.1	-89.6	142.7	34.4	-30.5	64.9		
			2	クラス18 シート止め			4.4	-4.3	18.0	-19.2	4.3	-4.1	17.7	-7.0	24.8	68.7	-23.1	91.7	31.6	-38.6	70.2								
			3	クラス27 ダボ止め			4.2	-4.8	14.4	-14.2	4.2	-3.5	11.4	-10.1	21.5	58.4	-12.2	70.6	20.6	-41.5	62.1								
			剛性	4	クラス27 シート止め	幼児	女性	4.4	-3.6	17.1	-16.2	7.0	-5.0	15.2	-7.2	22.4	48.3	-14.5	62.8	22.1	-40.5	62.6							
				5	クラス18 シート止め			5.4	-4.0	14.3	-15.6	4.4	-4.6	17.7	-38.6	56.4	46.7	-80.6	127.3	49.5	-56.6	106.1							
				6	クラス27 シート止め			4.0	-5.6	14.9	-15.4	3.5	-4.3	7.2	-33.4	40.5	44.8	-50.1	94.9	31.5	-40.5	72.0							
立ちこぎ		通常	1	クラス18 ダボ止め	ダミー	男性	4.3	-4.8	11.0	-9.5	4.0	-3.2	22.9	-16.0	38.9	35.8	-45.4	81.2	26.1	-33.6	59.7								
			2	クラス18 シート止め			5.1	-1.8	10.5	-11.4	4.0	-4.9	13.3	-18.5	31.9	27.3	-30.3	57.6	23.1	-29.6	52.6								
			3	クラス27 ダボ止め			5.0	-4.4	15.3	-15.8	4.5	-4.4	12.7	-17.4	30.1	56.1	-44.6	100.7	29.0	-49.8	78.8								
			剛性	4	クラス27 シート止め	幼児	女性	4.9	-7.3	23.7	-26.7	7.3	-7.6	25.2	-19.2	44.4	87.7	-54.7	142.4	49.7	-53.4	103.2							
				5	クラス18 シート止め			6.0	-5.3	25.2	-26.9	6.1	-6.3	21.5	-22.8	44.3	91.5	-35.2	126.7	30.0	-66.6	96.5							
				6	クラス27 シート止め			5.0	-3.5	19.4	-20.3	6.3	-6.1	16.4	-6.6	22.9	53.9	-10.7	64.7	22.3	-38.3	60.6							
	立ちこぎ	通常	1	クラス18 ダボ止め	ダミー	男性	4.7	-6.0	35.0	-31.3	7.3	-9.7	48.5	-70.0	118.5	122.4	-159.9	282.3	116.1	-129.1	245.2								
			2	クラス18 シート止め			3.6	-7.3	25.0	-27.5	6.5	-8.5	18.4	-49.4	67.8	74.3	-90.3	164.6	60.0	-56.8	116.8								
			3	クラス27 ダボ止め			5.8	-4.7	20.8	-21.7	8.0	-5.4	36.8	-19.3	56.1	70.0	-56.1	126.0	38.6	-49.5	88.1								
			剛性	4	クラス27 シート止め	幼児	女性	6.1	-2.7	15.5	-16.3	6.0	-6.6	17.5	-20.4	38.0	43.2	-38.8	82.0	28.3	-40.6	68.9							
				5	クラス18 シート止め			5.6	-6.0	25.6	-26.5	7.2	-7.6	22.6	-29.7	52.4	94.7	-83.1	177.9	56.5	-74.6	131.1							
				6	クラス27 シート止め																								

1) 走行条件による比較

実走行による測定結果の一例を図6に示す。図6におけるデータは、剛性フレーム、No.6：クラス27シート止めキャリヤ、女性、幼児積載時である。

図6-1に走行条件ごとに揺動角の最大値を示したが、加速時が3.8度、右カーブ時が17.2度、左カーブ時が14.2度、坂道上がり時が5.1度、立ちこぎ時が6.1度であり、左右カーブ時には車体を傾けて旋回するため揺動角も大きくなり、その他の走行条件では、立ちこぎによる坂道上がり時が大きくなった。

図6-2に走行条件ごとの角速度を示したが、角速度の最大値は、加速時が10.5 deg/s、右カーブ時が13.8 deg/s、左カーブ時が13.0 deg/s、坂道上がり時が11.4 deg/s、立ちこぎ時が16.3 deg/sと、立ちこぎ時が最も大きくなった。

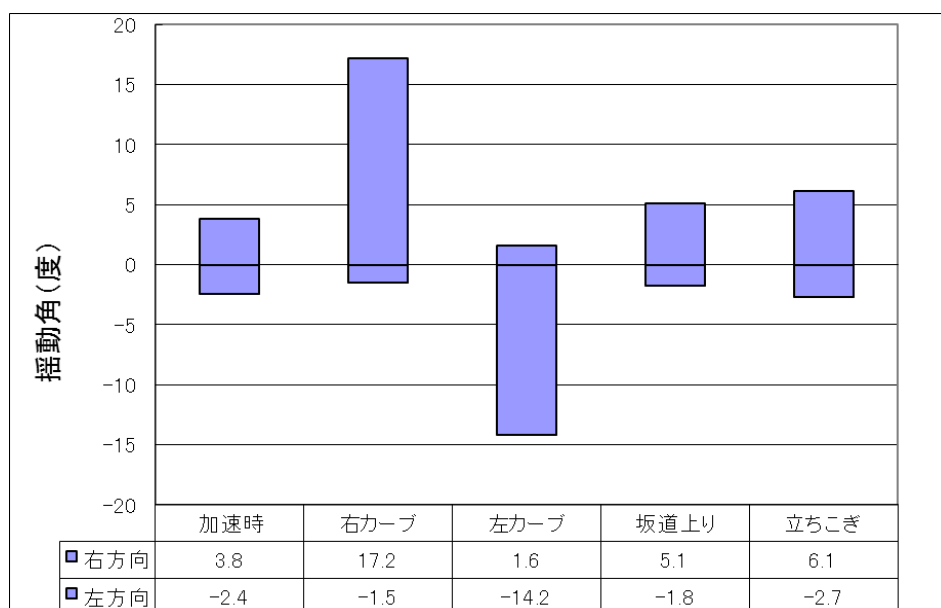


図 6-1 実走行による測定結果の一例（揺動角）

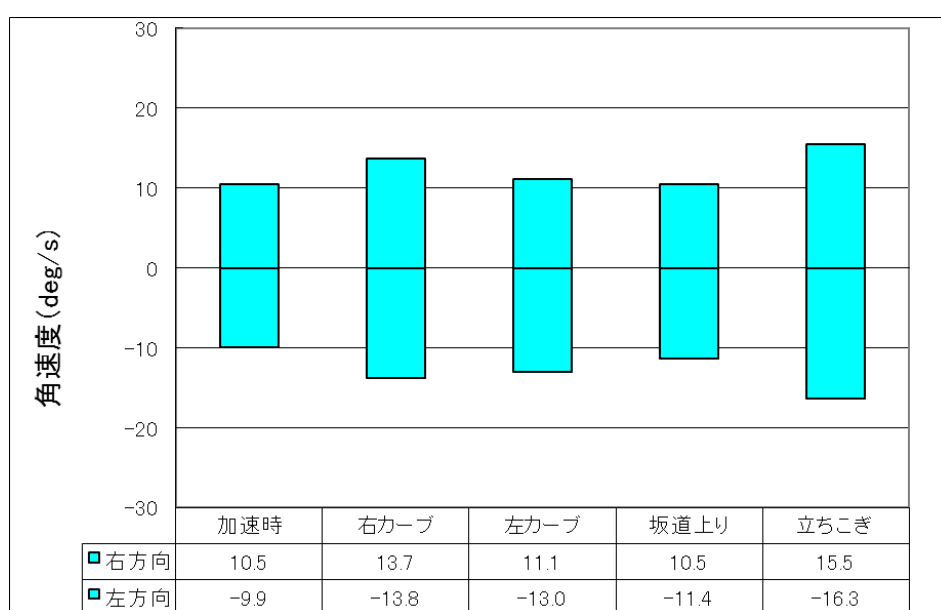


図 6-2 実走行による測定結果の一例（角速度）

次に、図 6-3 に走行条件ごとの加速度を示した。加速度の最大値は、加速時が 3.7m/s^2 、右カーブ時が 3.8m/s^2 、左カーブ時が 4.1m/s^2 、坂道入り時が 4.9m/s^2 、立ちこぎ時が 6.6m/s^2 であり、角速度と同様に、立ちこぎ時が一番大きな値となった。

図 6-4 に走行条件ごとの応力を示した。キャリヤに発生する応力は、応力 2（キャリヤ足下部）が 82.0N/mm^2 と大きく、次が応力 3（リベット部）、応力 1（サドル側）の順で、サドル側の応力はキャリヤ足下部の $1/2$ 以下であった。

走行条件毎に比較すると、立ちこぎ時の応力（ 82.0N/mm^2 ）が最も大きく、次が加速時、坂道入り時であった。左右のカーブ時は、揺動角は最も大きくなったが、発生応力は小さかった。カーブ時には車体を傾け、遠心力とのバランスを取っているため発生応力が小さくなり、立ちこぎ時は車体が左右に振られるため、発生応力が大きくなったものと考察される。

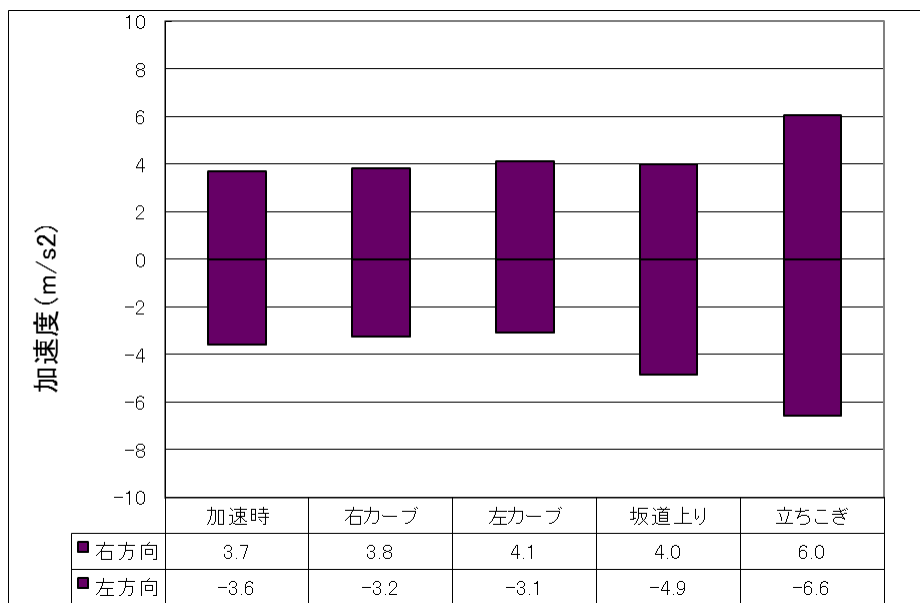


図 6-3 実走行による測定結果の一例（加速度）

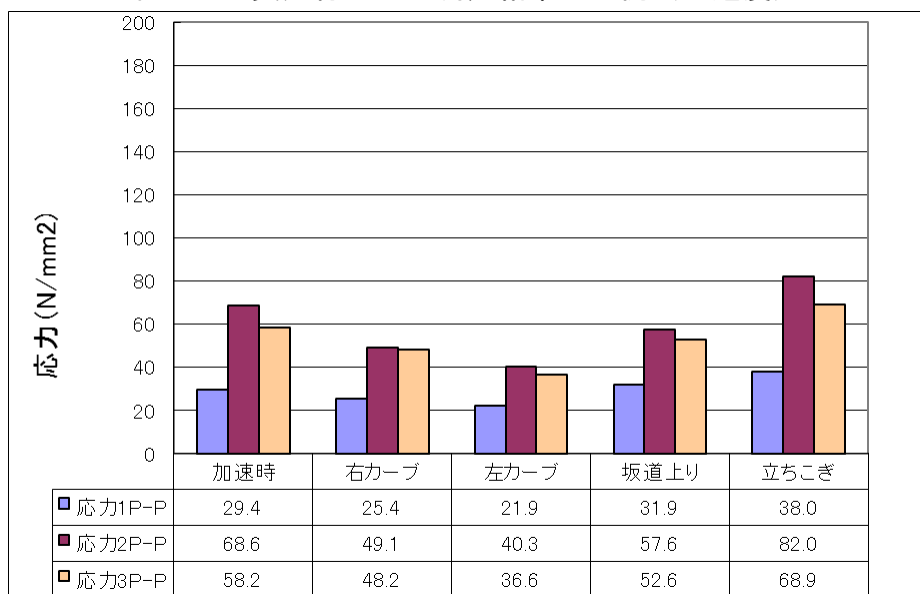


図 6-4 実走行による測定結果の一例（応力）

2) 加速時の比較

加速時の揺動角、応力を図7に示す。図7～9は、乗員（男性、女性）、おもり（幼児、ダミー）、キャリア（No.4、No.6：クラス27のシート止め）、フレーム（通常、剛性）の組み合わせを変えたときのグラフである。図7-1のように揺動角の最大値は女性が3.8～5.6度、男性が5.0～7.6度であった。図7-2のようにキャリアの応力は、応力2（キャリア足下部）が90.9 N/mm²と大きく、次が応力3（リベット部）、応力1（サドル側）であった。

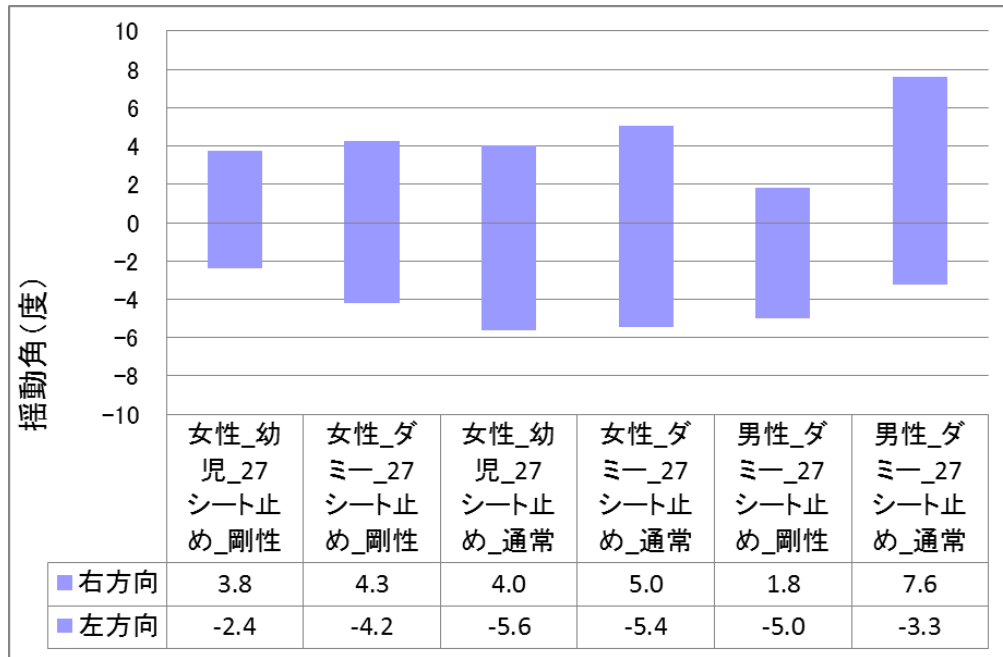


図 7-1 加速時の揺動角

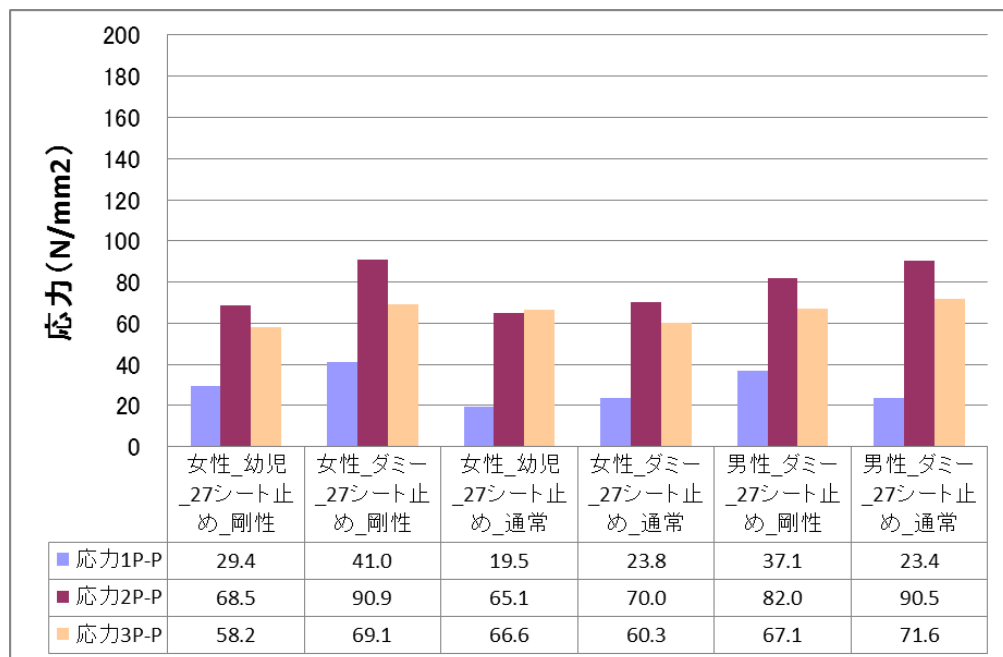


図 7-2 加速時の応力

3) 坂道上り時の比較

坂道上り時の揺動角、応力を図8に示す。坂道上り時の揺動角、応力は加速時と同程度の値であったが、坂道上り時の方が、若干応力が小さくなった。

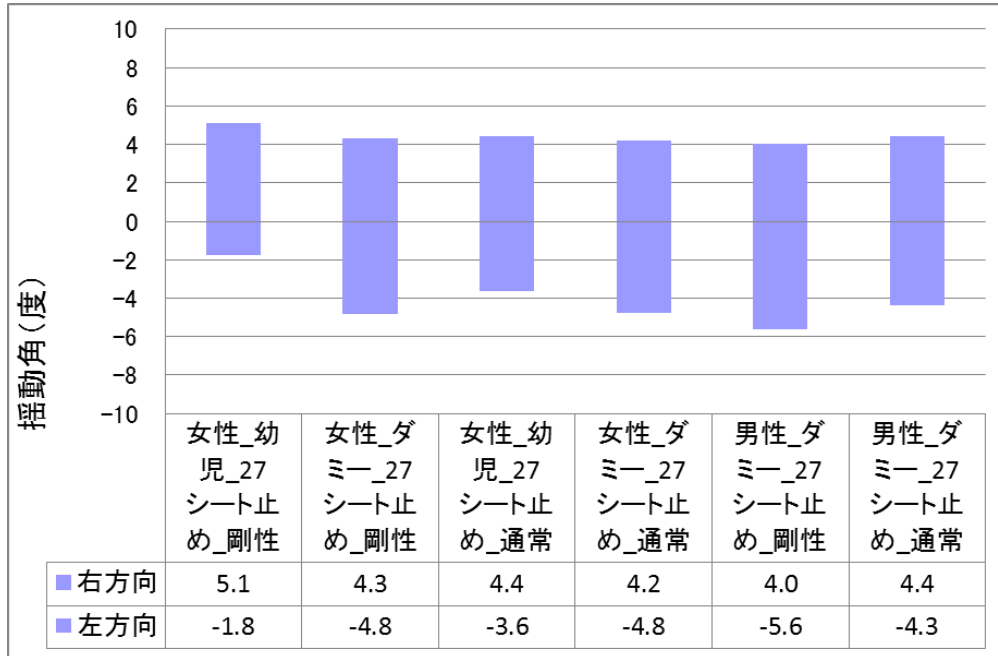


図 8-1 坂道上り時の揺動角

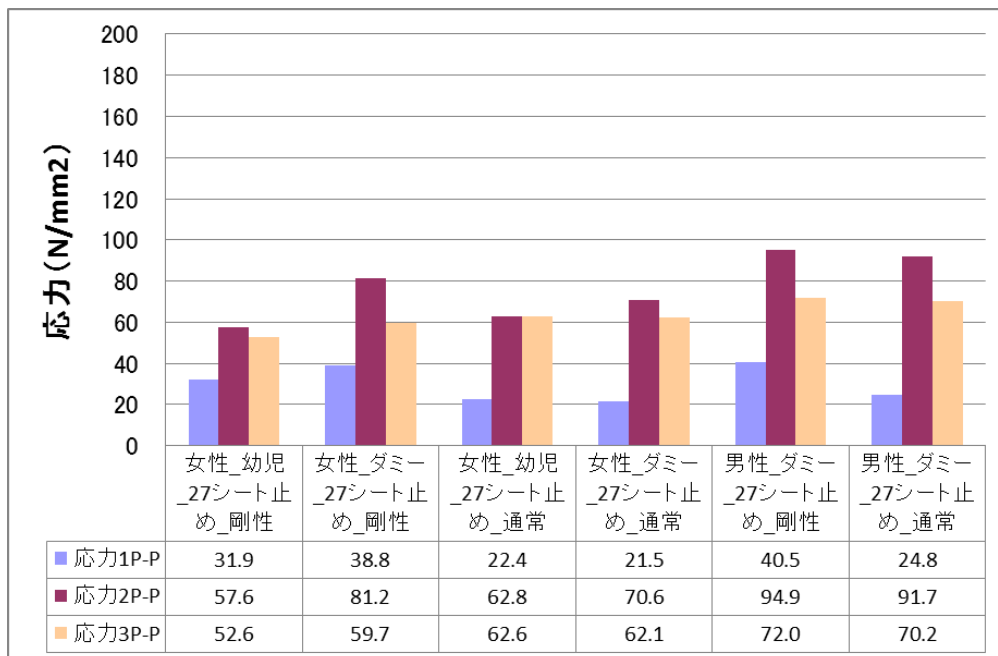


図 8-2 坂道上り時の応力

4) 立ちこぎによる坂道上り時の比較

坂道を立ちこぎにより上ったときの揺動角、応力の最大値を図9に示したが、図9-1のように揺動角は女性が5.0~6.1度、男性がいずれも7.3度であった。

加速時や坂道をサドルに座って上った時に比べ立ちこぎにより坂道を上った時の方が応力値が大きくなった。

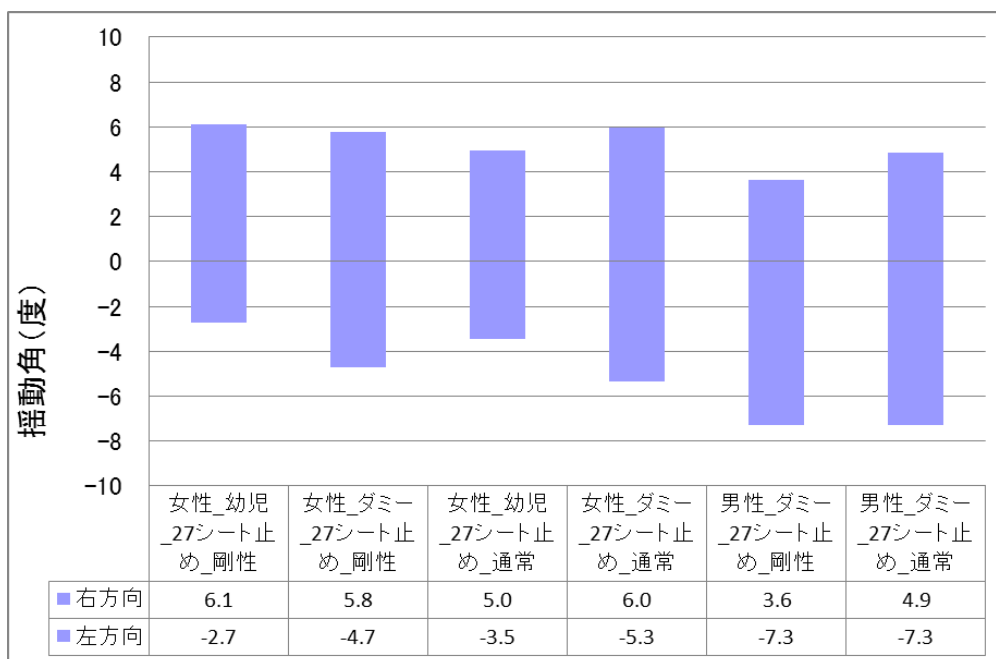


図9-1 立ちこぎによる坂道上り時の揺動角

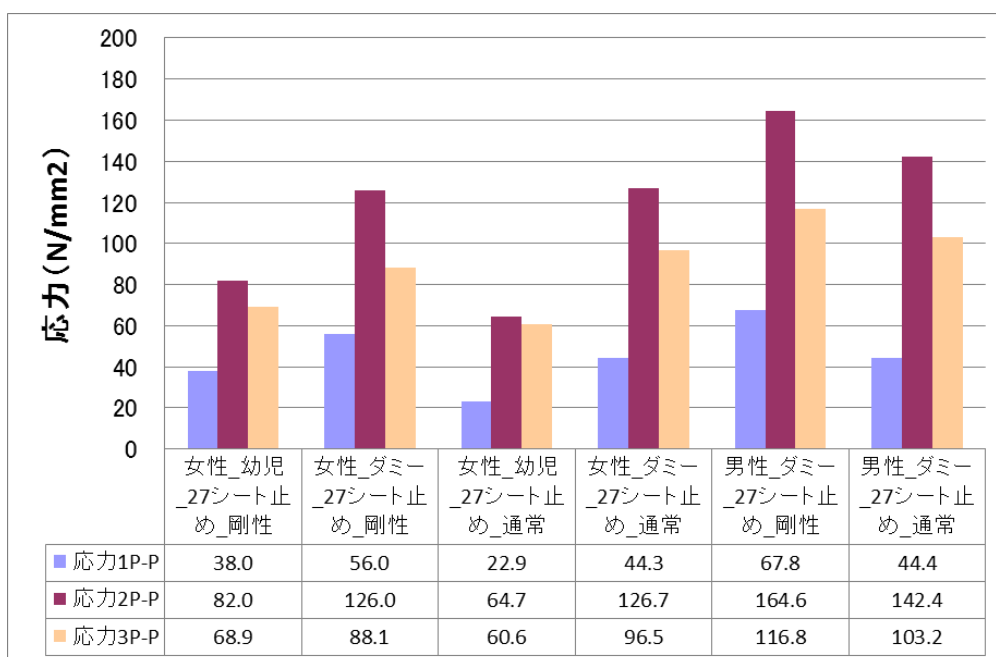


図9-2 立ちこぎによる坂道上り時の応力

5) フレームの剛性による比較

坂道を立ちこぎにより上った時の通常フレームと剛性フレームの応力の最大値を図10に示す。おもりはダミーである。フレームの剛性で比較すると、乗員が女性の場合には応力の大きさが変わらなかったが、男性の場合には通常フレームに比べて剛性フレームの応力が大きくなった。

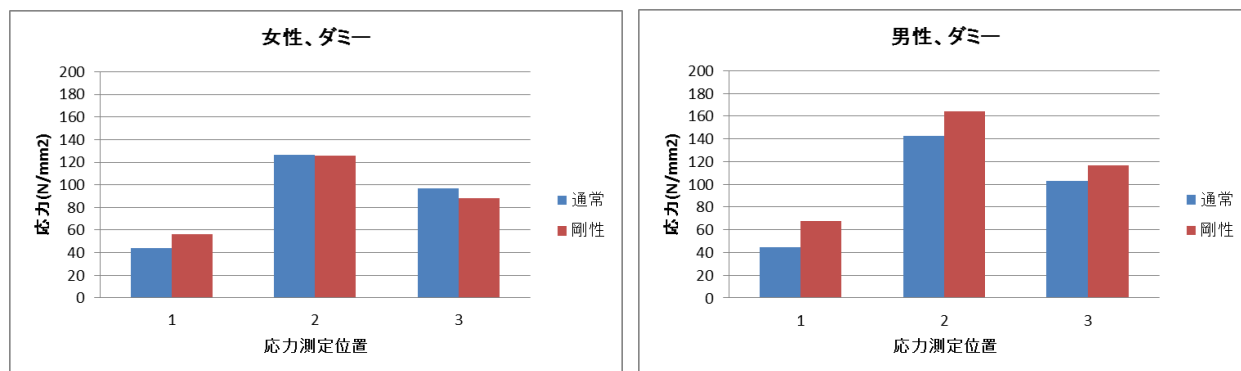


図10 通常フレームと剛性フレームの応力

6) おもりによる比較

坂道を立ちこぎにより上った時のダミーと幼児の応力の最大値を図11に示す。乗員は女性である。おもりで比較すると、幼児を乗せたときに比べてダミーを乗せたときの応力の方が大きくなった。乗員による評価でもダミーに比べて幼児を乗せたときの方が乗りやすかったとの意見があり、幼児は自分自身でも左右のバランスを取っているため、結果的にキャリヤの左右への揺れが小さくなったものと推察される。

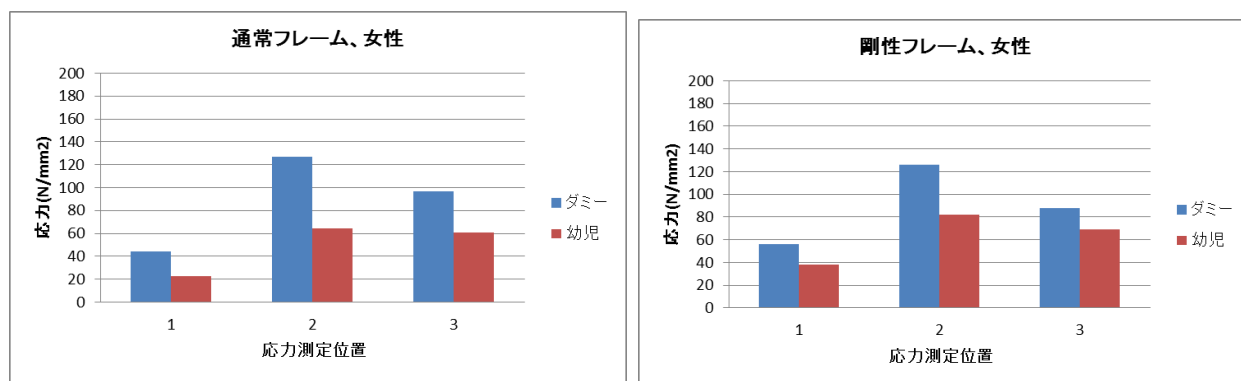


図11 ダミーと幼児の応力

7) 乗員による比較

坂道を立ちこぎにより上った時の女性と男性の応力の最大値を図12に示す。おもりはダミーである。乗員で比較すると、女性の乗員による応力に比べて男性の乗員による応力の方が大きくなった。女性は普段から幼児を自転車に乗せて通園しており、可能な限り車体を左右に揺らさないで乗るよう走行していたが、男性は初めてで乗りなれていなかったため、その経験の差が出たものと考えられる。

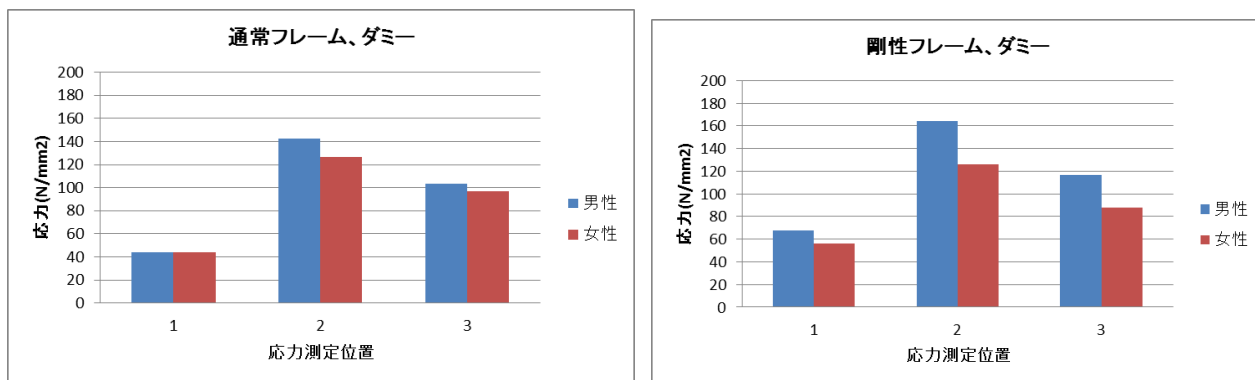


図 1 2 女性と男性の応力

4.6 実走行による測定結果のまとめ

- 1) 走行条件では、立ちこぎによる坂道上り時にキャリヤの応力が最大となった。また、測定位置では、キャリヤ足下部の応力が大きくなった。
- 2) フレームの剛性では、通常フレームに比べて剛性フレームの応力が大きくなった。
- 3) おもりの種類では、幼児を乗せたときに比べてダミーを載せたときの応力が大きくなった。

5. 試験機による測定

5.1 JIS D 9453 (キャリヤ及びスタンド) の側方動的試験 [キャリヤ単独による方法]

JIS D 9453 (キャリヤ及びスタンド) の側方動的試験では、図 1 3 のようにキャリヤプラットフォームに質量別クラスと等しい 1 セットのおもり (ダンベル: 例えば、クラス 27 のものは 27 kg の質量) を $D=100$ mm の位置でプラットフォーム幅に荷重が均等にかかるように取り付けて、キャリヤプラットフォーム下方 750mm の水平における前後方向軸に対して、揺動振れ角 $\pm 5^\circ$ (全振幅 10°) で左右に表 1 1 の条件で試験を行うと規定されている。なお、おもりの重心の高さは、キャリヤプラットフォームの上部の中心線から 10 mm 以内とし、おもりの全幅は、キャリヤプラットフォーム幅の外側 100 mm 以内と規定されている。

表 1 1 側方動的試験

揺動振れ角	$\pm 5^\circ$
振動周波数	1 Hz
加振部の加速度	2.6 m/s^2
試験回数	5 万回

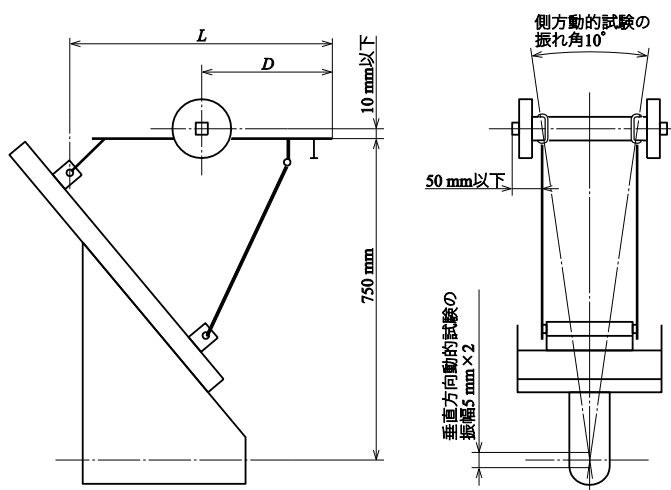


図 1 3 側方動的試験

5.2 キャリヤの耐久試験機を使用〔フレームとキャリヤを組み合わせた方法〕

今回、キャリヤ単独及びキャリヤ・幼児用座席を取り付けたフレーム体を左右へ揺動させることが可能な耐久試験機（図14）を新たに製作した。製作した試験機は、揺動振れ角は5～15度（全振幅）の間で、試験周波数は0.5～2 Hzの間で可変とした。また、前後ハブ軸の高さも自転車の車輪半径に合わせ可変としており、車輪の接地点を回転軸とし、左右に揺動させることができる構造とした。

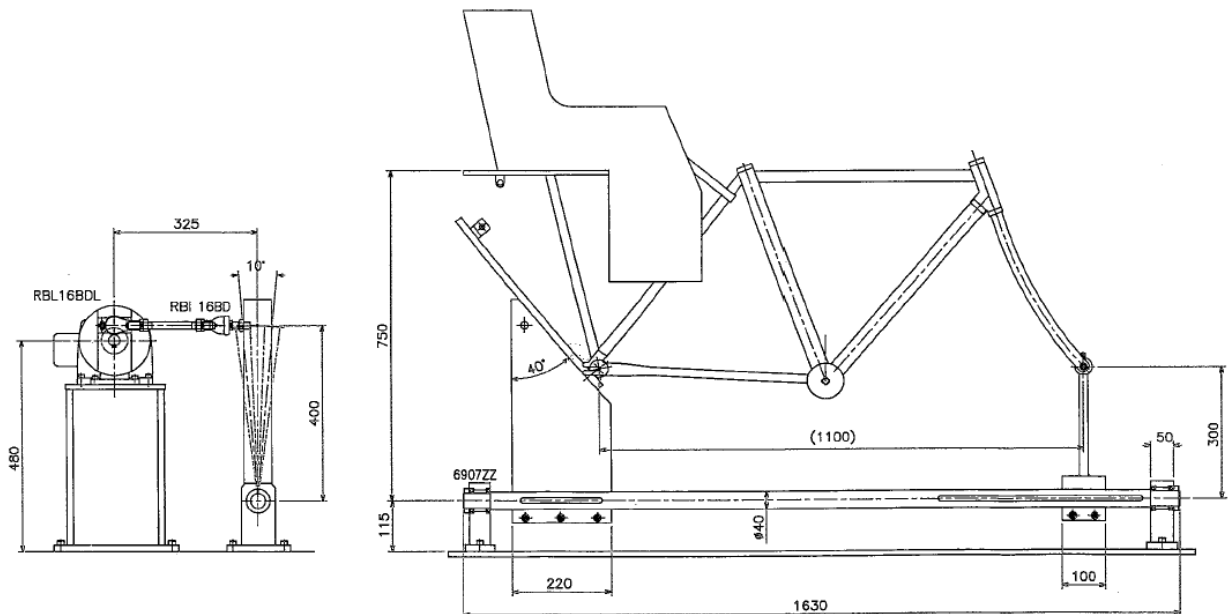


図14 キャリヤの耐久試験機

5.3 測定方法

キャリヤの耐久試験機を使用して、フレームとキャリヤを組み合わせた方法とキャリヤ単独による方法で、試験条件を変化させて測定した。応力の測定位置は表9と同一の位置とした。写真16～19に試験機による試験状況を示す。



写真16 フレームとキャリヤの組み合わせによる試験状況（ダンベル）



写真17 フレームとキャリヤの組み合わせによる試験状況（ダミー）

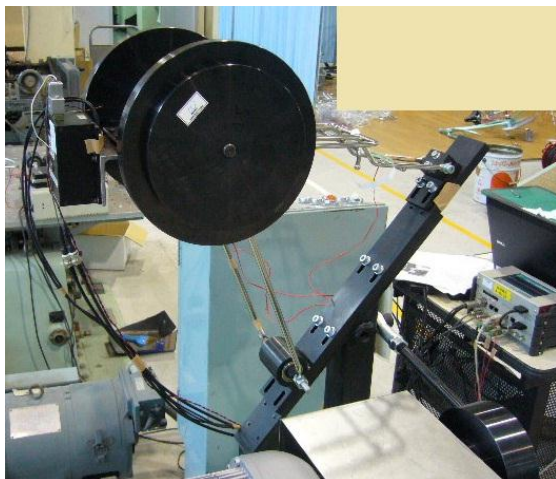


写真18 キャリヤ単独による
試験状況（ダンベル）



写真19 キャリヤ単独による
試験状況（ダミー）

5.4 測定結果

5.4.1 フレームとキャリヤを組み合わせさせた方法

ダミー積載時及びダンベル積載時の測定波形の一例を図15に示す。図15におけるデータは、通常フレーム、クラス27シート止めキャリヤ、試験条件が揺動角：5度、周波数：1Hzである。測定時間は、60秒間とし、データ収録後、測定波形から最大値、最小値を読み取った。

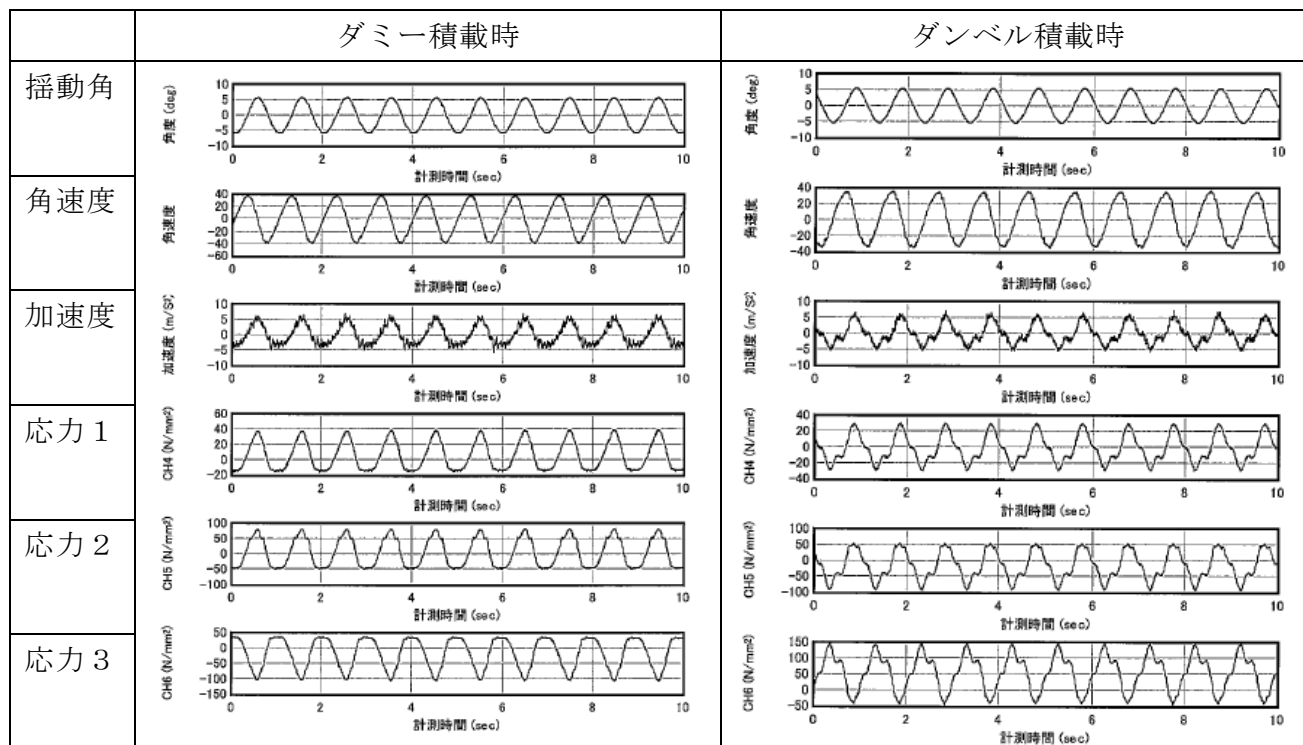


図15 試験機測定波形の一例（ダミー積載時及びダンベル積載時）

フレームとキャリヤを組み合わせさせた方法における測定結果を表12に示す。表12は、フレームの剛性（通常、剛性）、キャリヤの種類、おもり（ダミー、砂袋、ダンベル）、試験条件（揺動角、周波数）を変えたときのキャリヤの揺動角、角速度、加速度、応力値の一覧である。

表12 フレームとキャリヤの組み合わせによる測定結果

フレーム	キャリヤ		おもり	試験条件		揺動角 (度)		角速度 (deg/s)		加速度 (m/s ²)		応力1 (N/mm ²)			応力2 (N/mm ²)			応力3 (N/mm ²)			応力4 (N/mm ²)			応力5 (N/mm ²)		
	No.	種類		揺動角 (度)	周波数 (Hz)	右方向	左方向	右方向	左方向	右方向	左方向	最大値	最小値	P-P	最大値	最小値	P-P	最大値	最小値	P-P	最大値	最小値	P-P	最大値	最小値	P-P
通常	3	クラス27ダボ	ダミー	6	1	7.0	-7.6	46.9	-58.4	11.3	-9.1	-12.0	-51.3	39.2	181.4	-182.9	364.3	81.6	-212.9	294.5	158.5	-191.0	349.5	45.1	-57.0	102.1
					0.75	7.0	-6.5	33.5	-34.3	6.0	-4.6	-21.1	-43.2	22.1	69.4	-98.6	168.0	16.8	-127.9	144.7	91.5	-88.9	180.4	19.1	-41.0	60.1
				1	6.0	-5.8	38.6	-40.5	7.7	-4.9	3.7	-23.7	27.4	135.0	-99.6	234.6	61.7	-134.4	196.1	99.7	-144.1	243.8	46.7	-35.3	82.0	
			5	0.75	6.0	-5.5	27.5	-27.4	4.6	-3.8	-0.2	-18.9	18.7	54.8	-66.4	121.2	35.7	-73.3	109.0	70.4	-74.9	145.3	27.8	-25.6	53.4	
				0.5	6.4	-5.5	17.4	-17.8	2.7	-2.7	-3.2	-14.2	11.0	27.4	-38.6	66.0	15.0	-43.4	58.4	46.5	-34.7	81.2	14.0	-17.2	31.1	
				1	6.0	-4.5	29.1	-32.6	6.2	-4.2	0.6	-21.7	22.3	84.2	-89.1	173.3	39.0	-101.7	140.8	72.0	-114.5	186.5	44.6	-22.7	67.2	
			砂袋	5	1	6.0	-5.2	35.1	-37.4	7.3	-4.6	6.5	-13.4	19.9	92.1	-91.7	183.7	58.5	-106.3	164.8	73.3	-130.1	203.4	43.6	-23.3	66.8
				ダンベル	5	1	5.5	-5.5	34.7	-37.9	7.5	-4.9	122.0	101.7	20.3	263.2	56.8	206.4	233.8	19.1	214.7	237.1	35.7	201.5	177.8	112.6
			4	クラス27シート	ダミー	6	1	7.8	-6.1	44.5	-49.7	9.9	-6.0	47.7	-24.2	72.0	99.0	-78.9	177.8	64.5	-124.0	188.5				
	0.75	6.6					-6.8	32.2	-31.0	5.1	-4.2	28.2	-18.7	46.9	47.3	-56.2	103.5	42.2	-65.4	107.6						
	0.5	6.4				-6.3	20.5	-20.8	2.9	-2.9	17.2	-11.4	28.6	42.6	-32.9	75.5	22.1	-42.8	64.9							
	5	1			5.5	-5.9	37.3	-41.4	6.9	-5.7	40.4	-16.8	57.2	83.2	-51.3	134.4	36.7	-109.2	145.9							
		0.75			6.0	-5.0	26.8	-26.2	3.8	-3.5	26.2	-10.6	36.9	56.6	-30.9	87.5	16.0	-67.2	83.2							
		0.5			5.3	-5.3	17.0	-17.4	2.7	-2.7	17.7	-5.5	23.3	47.5	-15.0	62.5	1.4	-53.4	54.8							
	4	1			5.0	-4.3	29.8	-32.2	5.3	-3.8	33.7	-11.2	44.9	64.3	-34.7	99.0	21.3	-83.6	104.9							
	3	1			30.1	5.5	21.7	-22.1	3.8	-2.9	25.4	-8.3	33.7	58.0	-23.5	81.4	9.9	-64.9	74.7							
	砂袋	5			1	6.1	-5.0	35.0	-36.7	6.4	-5.1	35.9	-19.9	55.8	57.6	-54.8	112.4	45.9	-88.3	134.2						
		ダンベル	5	1	5.4	-5.5	35.6	-36.1	7.3	-6.0	30.4	-30.4	60.7	53.0	-92.8	145.9	144.7	-45.3	190.0							
剛性	6	クラス27シート	ダミー	6	1	7.8	-7.0	48.6	-51.6	9.5	-7.7	97.2	-48.1	145.3	134.2	-99.4	233.6	94.0	-121.6	215.7						
					1	6.8	-5.9	38.8	-40.2	7.7	-6.9	66.8	-49.7	116.5	98.0	-102.7	200.7	93.8	-91.3	185.1						
				0.75	7.3	-4.5	30.7	-28.9	4.9	-4.0	35.5	-29.4	64.9	41.4	-62.7	104.1	53.6	-47.7	101.3							
			5	0.5	5.9	-5.3	17.5	-17.7	4.6	-2.9	19.9	-14.2	34.1	26.6	-32.3	58.9	24.4	-29.6	54.0							
				4	1	5.7	-4.6	29.7	-30.2	6.0	-5.7	50.9	-43.2	94.0	65.8	-87.1	153.0	79.0	-66.8	145.9						
				砂袋	5	1	6.3	-5.5	41.1	-43.0	7.3	-7.3	67.8	-37.1	104.9	75.1	-71.0	146.1	89.1	-68.8	157.9					
			ダンベル	5	1	5.7	-5.5	35.6	-36.6	8.2	-7.3	62.3	-38.8	101.1	77.9	-115.9	193.8	195.6	-50.3	245.8						

1) フレームの剛性、キャリヤの種類による比較

フレームの剛性（通常、剛性）、キャリヤの種類（シート止め、ダボ止め）、おもり（ダミー、ダンベル）の条件を変えたときのキャリヤの揺動角、角速度、加速度、応力を図 16に示す。試験条件は、揺動角 5 度、周波数 1 Hz である。図 16-1 のように揺動角（最大値）は、5.5 度から 6.8 度であった。また図 16-2 のように角速度（最大値）は、36.1 deg/s から 41.4 deg/s であった。

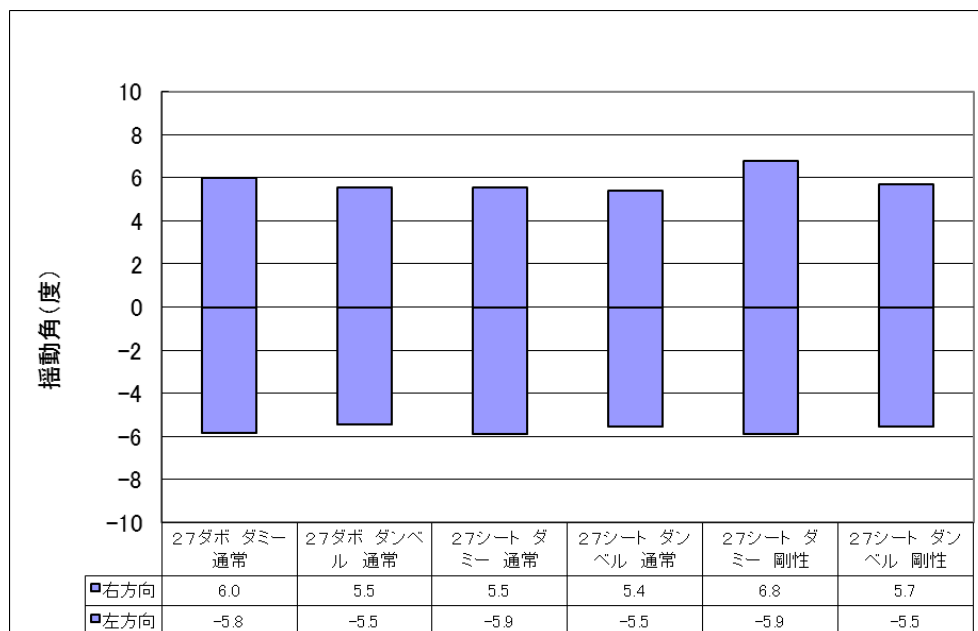


図 16-1 フレームの剛性、キャリヤの種類による揺動角の変化

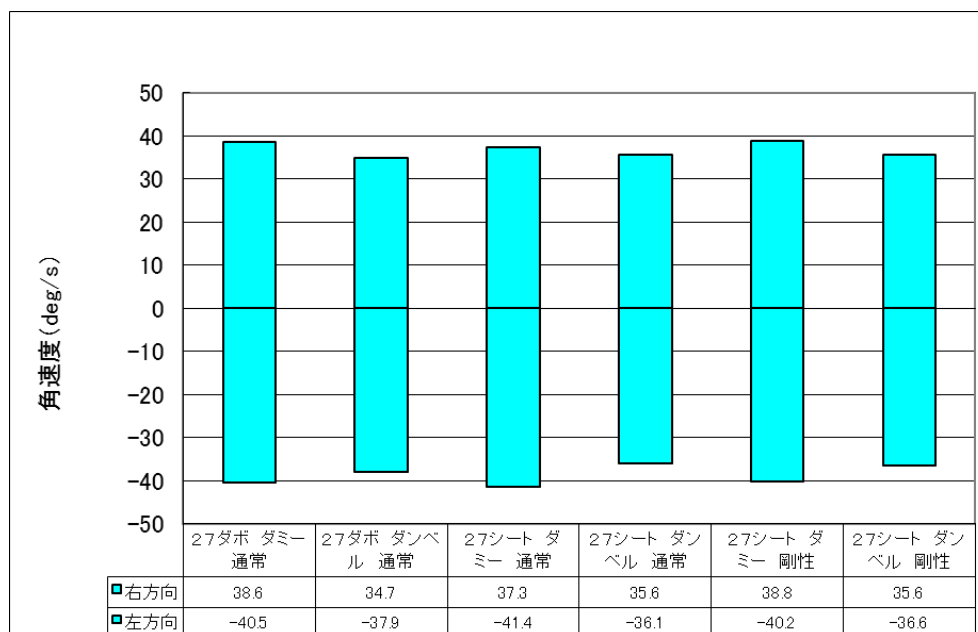


図 16-2 フレームの剛性、キャリヤの種類による角速度の変化

図 16-3 のように加速度（最大値）は、6.9m/s²から 8.2 m/s²であった。

図 16-4 が応力のグラフである。キャリヤの種類で比較すると、シート止めキャリヤでは、応力3（リベット部）が 245.8 N/mm²、応力2（キャリヤ足）が 193.8 N/mm²で大きい。ダボ止めでも、応力2（キャリヤ足）が 234.6 N/mm²、応力3（リベット部）が 196.1 N/mm²で大きい。また、応力4（ダボ）が 243.8 N/mm²で応力2（キャリヤ足）と同じ位の応力が発生している。フレームのダボに大きな応力が発生しているため、ダボに取り付けられているキャリヤのサドル側（応力1）の応力が小さくなった。

フレームの剛性で比較すると、剛性フレームの方が通常フレームより応力が大きくなった。

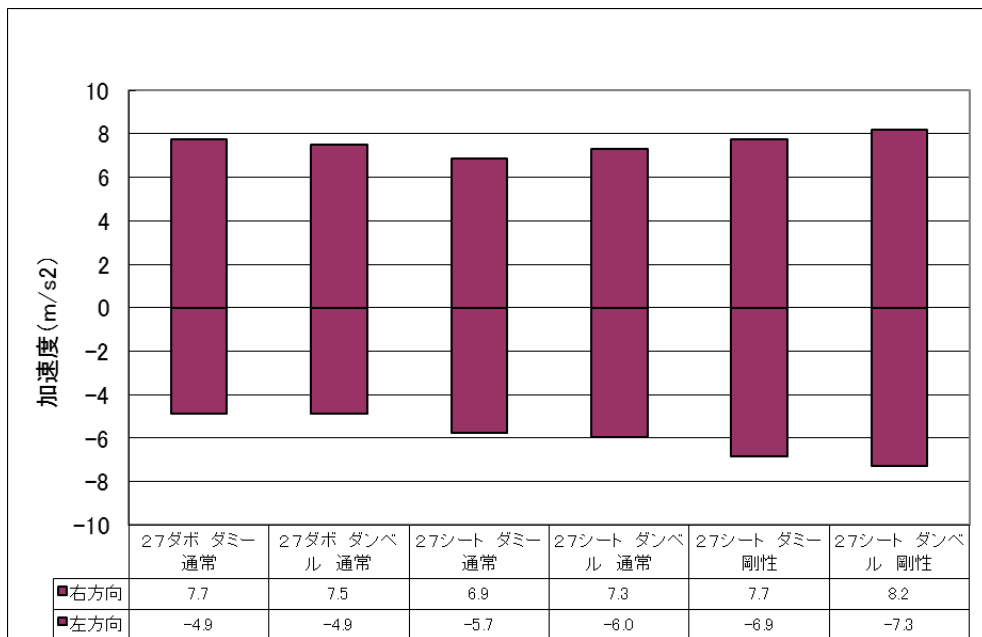


図 16-3 フレームの剛性、キャリヤの種類による加速度の変化

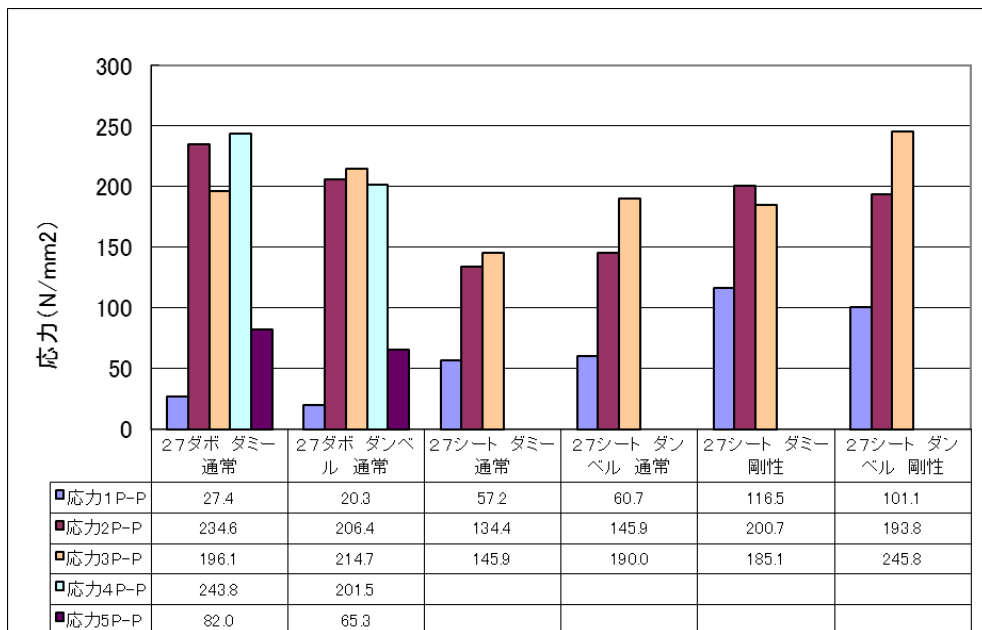


図 16-4 フレームの剛性、キャリヤの種類による応力の変化

2) おもりの種類による比較

おもりの種類をダミー、砂袋、ダンベルに変えたときキャリヤの揺動角、応力を図 17 に示す。図 17 におけるデータは、クラス 27 シート止めキャリヤ、通常フレームで、試験条件が揺動角 5 度、周波数 1 Hz である。図 17-1 のように揺動角の最大値は、5.4～6.1 度であった。図 17-2 のようにキャリヤの応力は、応力 3（リベット部）が 190 N/mm² で大きかった。おもりの種類では、ダンベルを使用したときの応力が最も大きく、ダミー、砂袋の順で小さくなった。

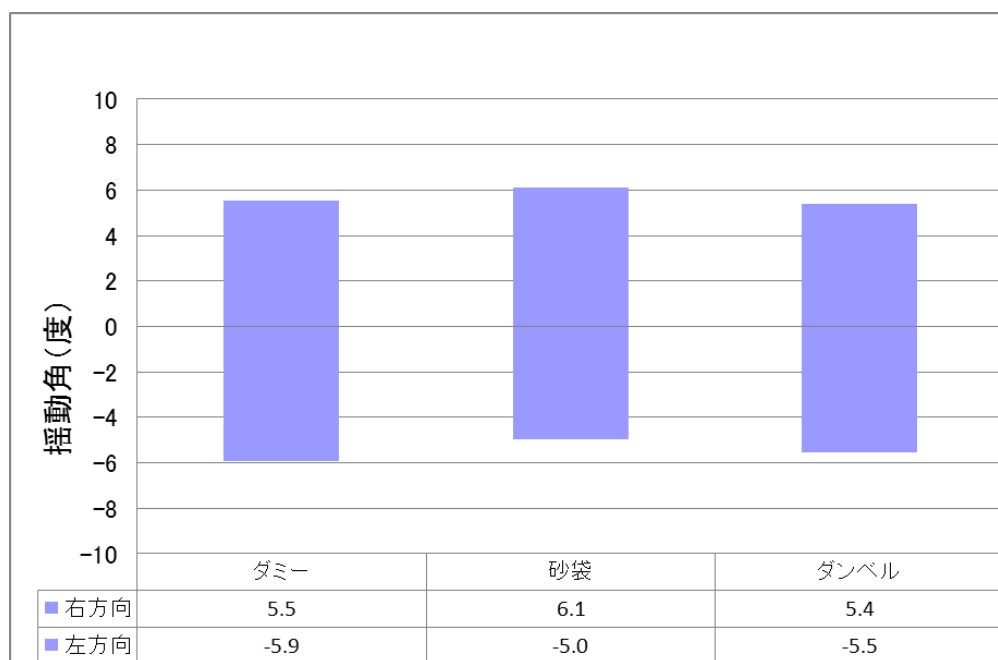


図 17-1 おもりの種類による揺動角の変化

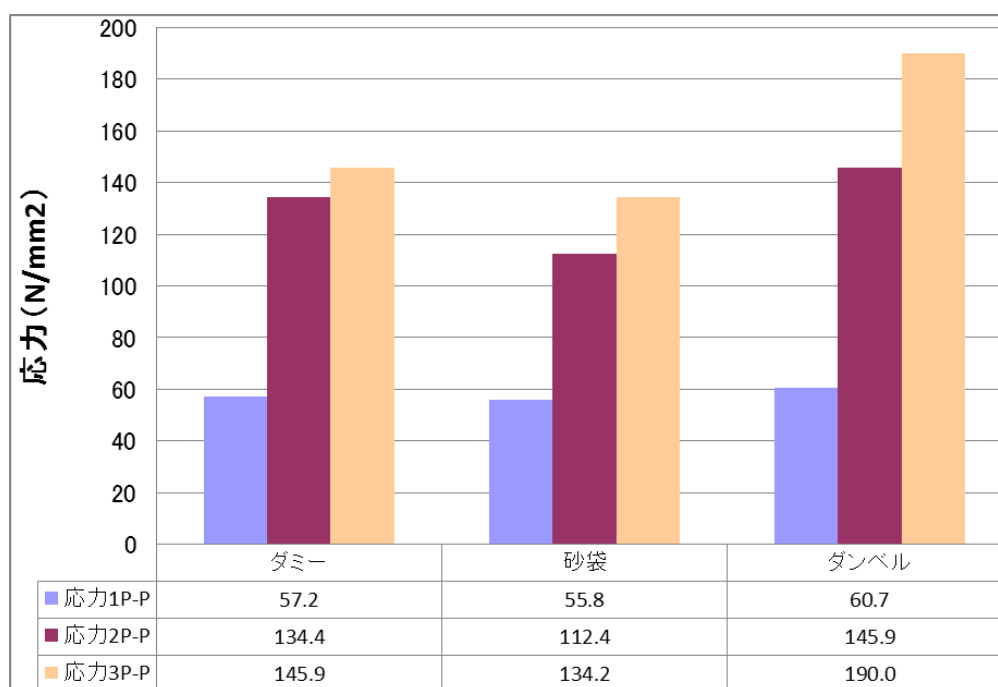


図 17-2 おもりの種類による応力の変化

3) 試験条件による比較

試験条件の揺動角（4、5、6度）と周波数（0.5、0.75、1Hz）を変えたときのキャリヤの揺動角、応力を図18に示す。図18におけるデータは、クラス27シート止めキャリヤ、通常フレーム、ダミーの条件である。試験条件による比較で、応力は揺動角、周波数の大きさに比例し、周波数を1Hzから0.5Hzにすると応力は約1/2に、揺動角を5度から6度にすると応力は約1.3倍となった。

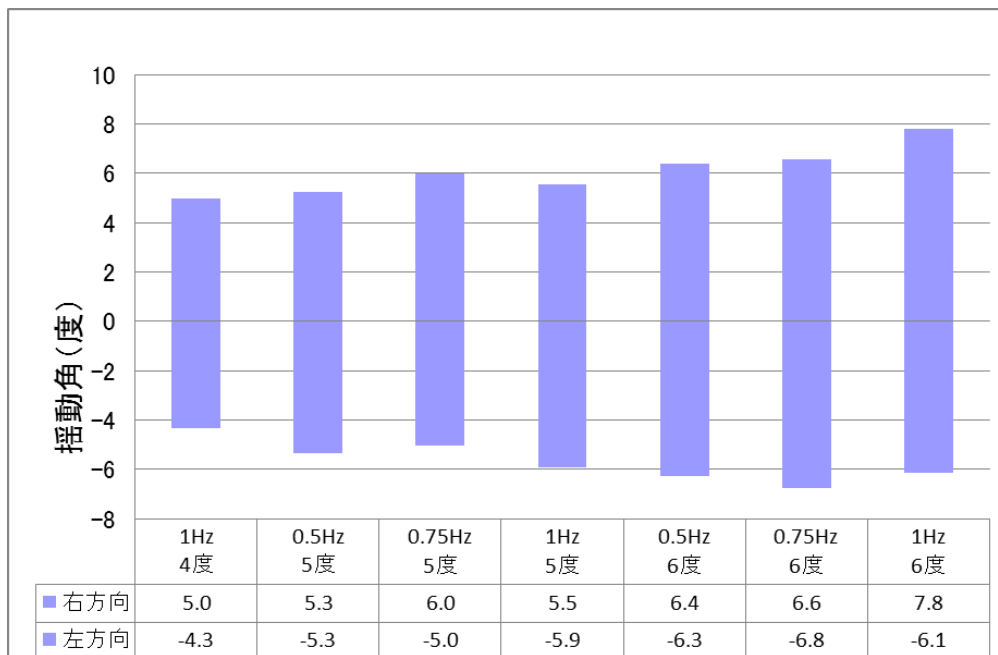


図 18-1 試験条件による揺動角の変化

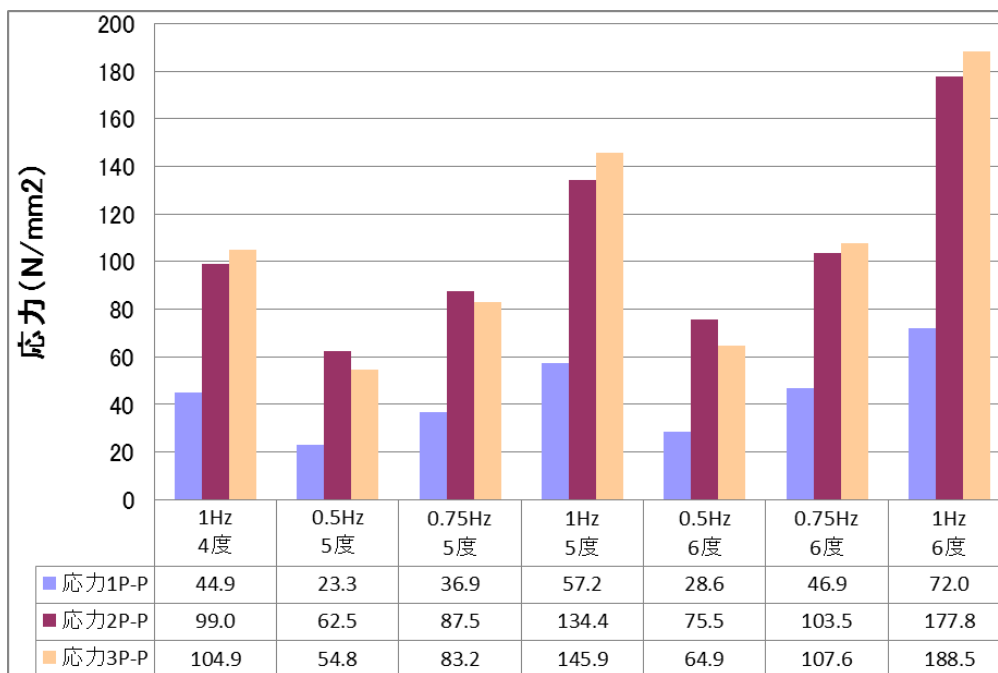


図 18-2 試験条件による応力の変化

4) おもりの取り付け位置による比較

おもりの取り付け位置を、キャリヤ後端から 100mm (JIS 条件) の位置から 300mm (サドル側に移動) まで変化させたときの応力を図 19 に示す。図 19 におけるデータは、クラス 27 キャリヤ、通常フレームで、おもりがダンベルの条件である。図 19-1 のダボ止めキャリヤ、図 19-2 のシート止めキャリヤともに、キャリヤ後端から 100mm (JIS 条件) の位置での応力が大きく、おもりの位置が前になるほど応力は小さくなった。

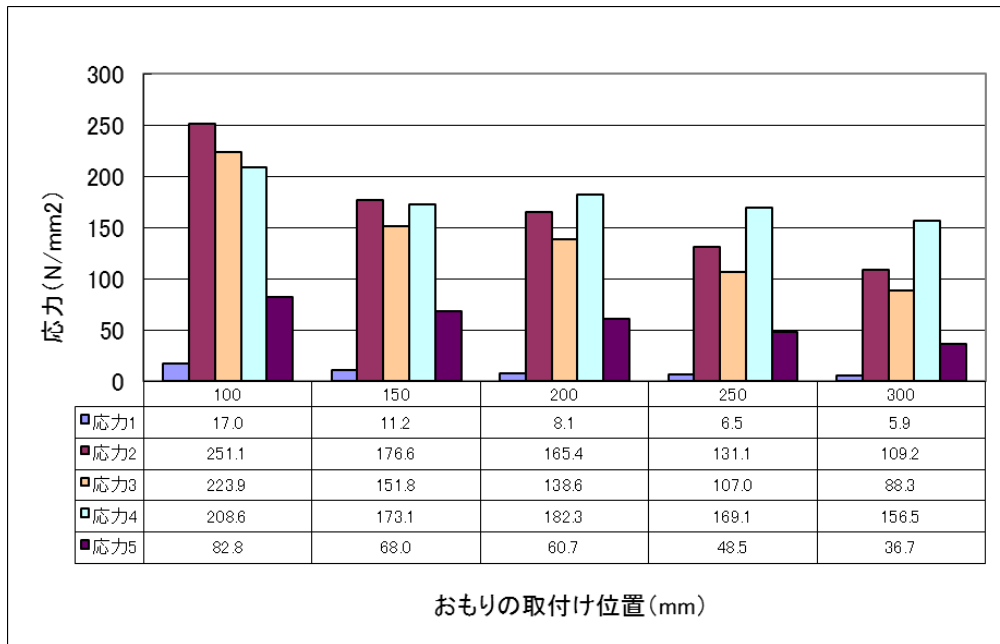


図 19-1 おもりの取り付け位置による応力の変化 (ダボ止めキャリヤ)

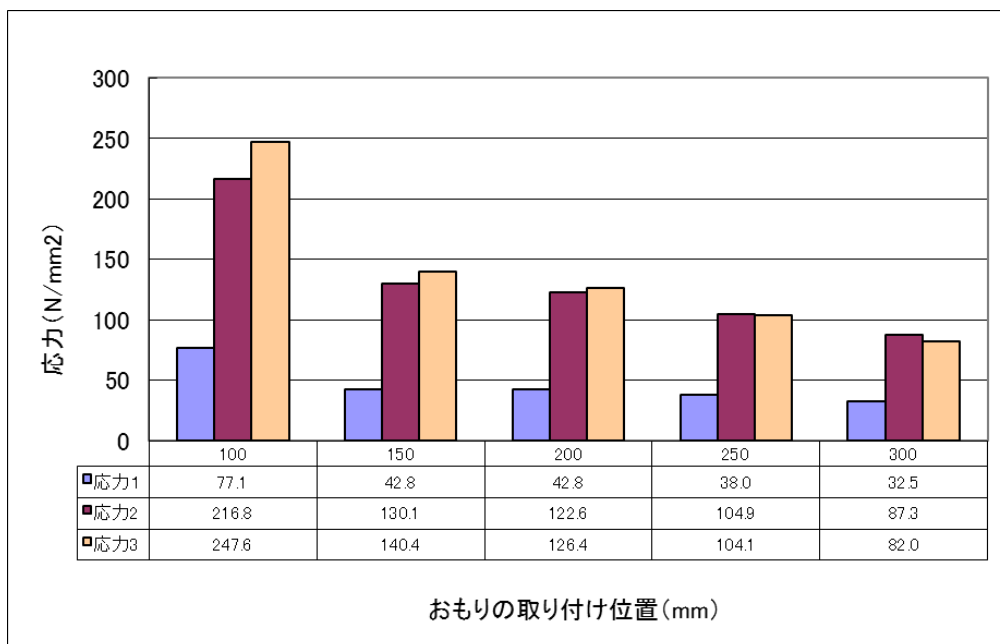


図 19-2 おもりの取り付け位置による応力の変化 (シート止めキャリヤ)

5) 実走行と試験機のデータの比較

実走行と試験機による応力を図20に示す。図20における実走行のデータは、クラス27 キャリヤ、通常フレーム、立ちこぎにより坂道を上った条件のもので、試験機のデータは揺動角5度、周波数1Hzの条件で揺動させたものである。図20-1のようにシート止めキャリヤは、応力2（キャリヤ足下部）では、試験機のダンベルの応力（193.8 N/mm²）が実走行の男性の応力（164.6 N/mm²）より大きくなった。図20-2のようにダボ止めキャリヤは、逆に試験機のダンベルの応力（206.4 N/mm²）が実走行の男性の応力（310.2 N/mm²）より小さく、応力4（ダボ）でも試験機のダンベルが小さくなった。

シート止めキャリヤとダボ止めキャリヤで最大応力が発生する位置及び大きさが異なるが、実走行の立ちこぎによる坂道上りの条件は、試験機での試験条件は揺動角5度、周波数1Hzに相当すると考える。

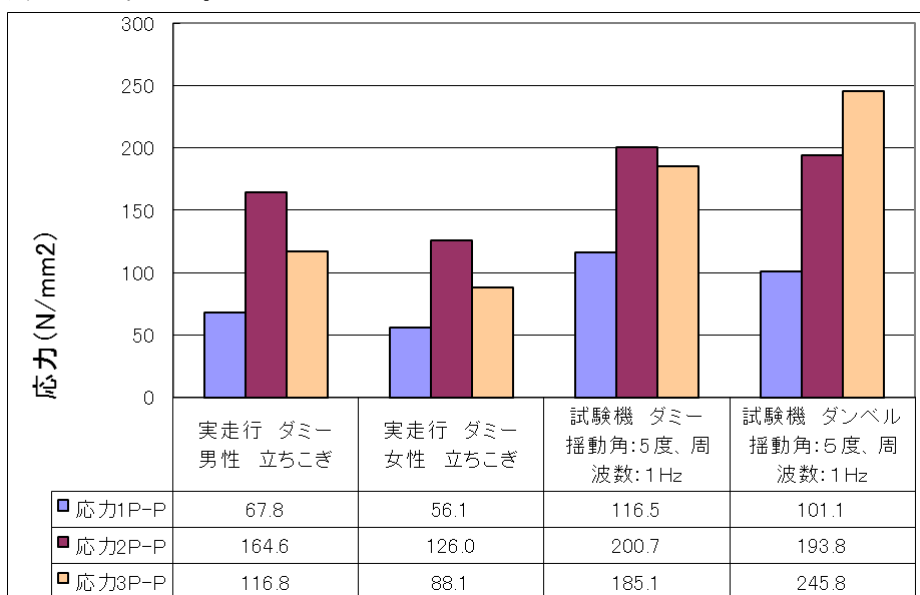


図20-1 実走行と試験機による応力の比較（シート止めキャリヤ）

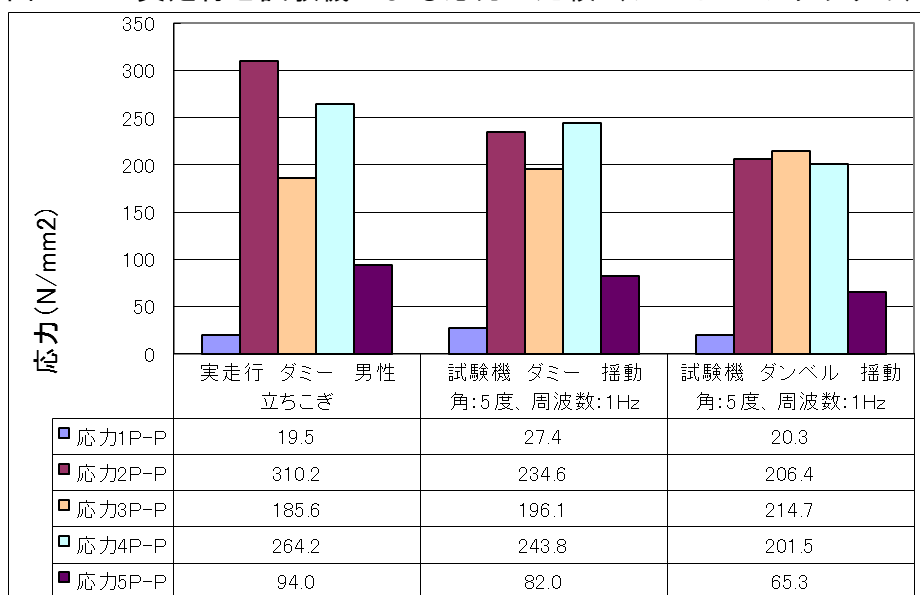


図20-2 実走行と試験機による応力の比較（ダボ止めキャリヤ）

5.4.2 キャリヤ単独による方法

キャリヤ単独による測定結果を表13に示す。また、キャリヤ単独による揺動角、応力を図21に示す。試験条件は、揺動角5度、周波数1Hzである。図16のフレームとキャリヤの組み合わせた方法と比較すると、揺動角は同程度で変わらなかった。しかしキャリヤの応力は、応力2（キャリヤ足下部）が100.3 N/mm²、応力3（リベット部）が119.1 N/mm²と1/2程度で小さくなった。

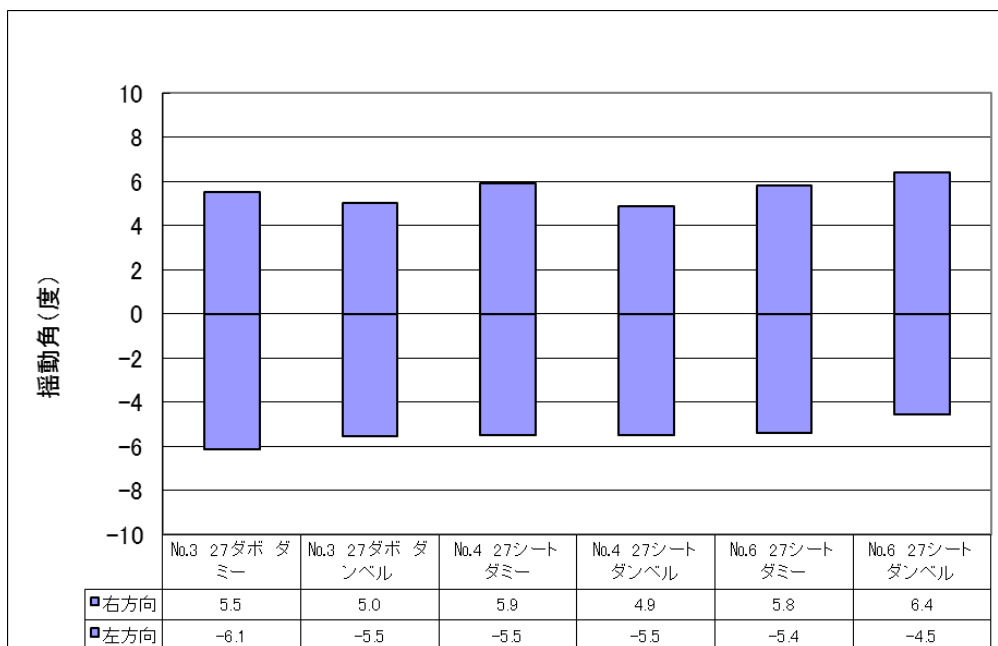


図 21-1 キャリヤ単独による揺動角

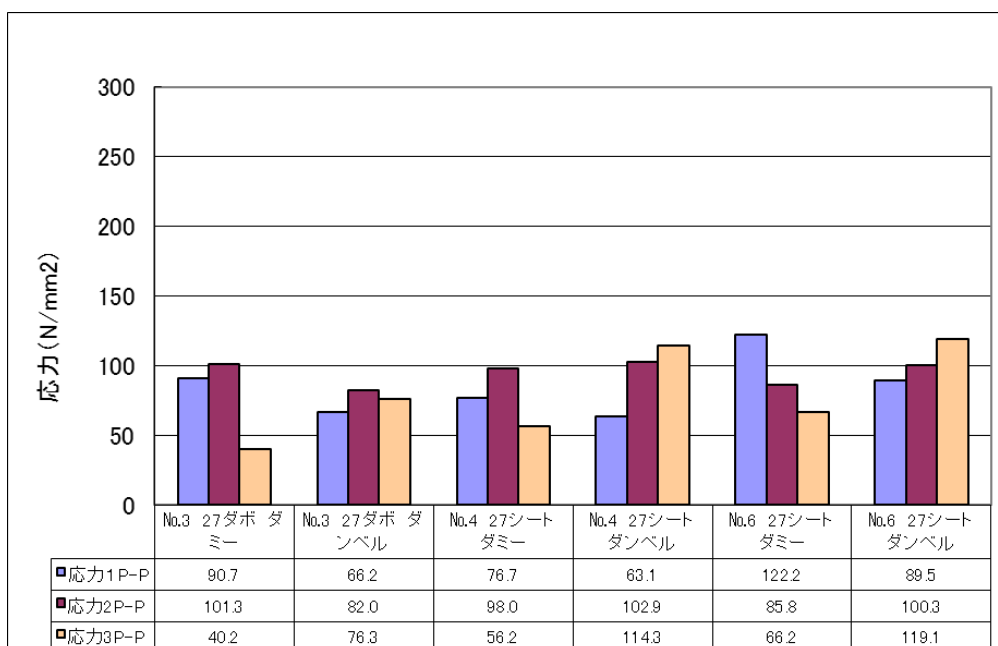


図 21-2 キャリヤ単独による応力

表13 キャリヤ単独による測定結果

キャリヤ		おもり	試験条件		揺動角 (度)		角速度 (deg/s)		加速度 (m/s ²)		応力1 (N/mm ²)			応力2 (N/mm ²)			応力3 (N/mm ²)		
No.	種類		揺動角 (度)	周波数 (Hz)	右方向	左方向	右方向	左方向	右方向	左方向	最大値	最小値	P-P	最大値	最小値	P-P	最大値	最小値	P-P
3	クラス27ダボ	ダミー	6	1	6.8	-7.1	43.7	-44.3	8.0	-9.1	51.3	-57.0	108.2	46.5	-94.0	140.6	19.1	-51.5	70.6
			5	1.25	5.9	-6.4	57.4	-47.5	13.9	-11.3	87.3	-68.0	155.3	41.6	-107.2	148.8	21.5	-49.3	70.8
		1		5.5	-6.1	37.3	-36.6	7.1	-6.0	47.3	-43.4	90.7	33.7	-67.6	101.3	10.3	-30.0	40.2	
		ダンベル	5	1.25	5.1	-5.6	47.3	-45.5	9.3	-8.0	56.6	-47.7	104.3	67.6	-67.8	135.4	109.0	-24.2	133.3
1	5.0			-5.5	37.2	-35.4	5.1	-6.9	29.2	-37.1	66.2	27.0	-55.0	82.0	96.6	20.3	76.3		
4	クラス27シート	ダミー	5	1	5.9	-5.5	35.7	-36.6	5.5	-6.2	38.2	-38.4	76.7	41.0	-57.0	98.0	31.5	-24.6	56.2
		ダンベル			4.9	-5.5	38.1	-35.6	6.4	-6.9	26.6	-36.5	63.1	32.1	-70.8	102.9	121.8	7.5	114.3
6	クラス27シート	ダミー	6	1	7.1	-6.5	45.0	-44.2	7.1	-7.3	74.3	-70.2	144.5	36.7	-59.9	96.6	41.0	-34.5	75.5
			5	1.25	6.5	-5.8	55.8	-46.5	9.9	-9.1	89.7	-99.9	189.6	50.5	-82.8	133.3	56.6	-47.1	103.7
				1	5.8	-5.4	35.5	-36.9	6.0	-6.2	59.9	-62.3	122.2	33.5	-52.2	85.8	33.1	-33.1	66.2
		ダンベル	6	1	8.6	-5.3	44.6	-42.2	7.5	-8.8	70.4	-70.2	140.6	62.3	-101.7	164.0	163.8	-31.9	195.8
			5	1.25	6.5	-4.8	45.3	-42.6	8.6	-11.9	98.2	-92.8	191.0	72.0	-143.7	215.7	217.4	-46.5	264.0
1	6.4	-4.5		37.6	-36.1	6.9	-5.5	42.0	-47.5	89.5	37.7	-62.7	100.3	119.1	0.0	119.1			

5.5 試験機による測定結果のまとめ

- 1) シート止めキャリヤはリベット部とキャリヤ足下部、ダボ止めキャリヤはキャリヤ足下部とダボに大きな応力が発生した。
- 2) おもりの種類では、ダミーに比べてダンベルのおもりを使用した時の応力が大きかった。
- 3) キャリヤの応力は、試験条件の揺動角、周波数の大きさに比例する。
- 4) おもりの取り付け位置では、おもりを後方にするほど応力が大きくなり、JIS のおもりの取り付け条件であるキャリヤ後端から 100 mm の位置の応力が大きかった。
- 5) 実走行の立ちこぎによる坂道上りの条件は、試験機の条件では揺動角 5 度、周波数 1Hz に相当すると考える。
- 6) キャリヤ単独の方法では、フレームとキャリヤを組み合わせた方法に比べて、キャリヤの応力が小さくなった。

6. 耐久試験

6.1 試験方法

6.1.1 フレームとキャリヤを組み合わせた方法

実走行及び試験機のデータを参考に、揺動角：5 度、周波数：1 Hz の条件で耐久試験を実施した。試験回数は、15 万回まで行なった。おもりは、ダンベルを使用した。クラス 27 のキャリヤは質量 27kg のおもりで、クラス 18 のキャリヤは質量 18kg と 27kg の 2 種類のおもりで試験した。

6.1.2 キャリヤ単独による方法

JIS D9453 に規定された試験条件のとおり揺動角：5 度、周波数：1 Hz の条件で、耐久試験を実施した。試験回数は、15 万回（JIS：5 万回の 3 倍）まで行なった。おもりは、ダンベルを使用し、クラス 27 のキャリヤに質量 27kg のおもりで試験した。

6.2 試験結果




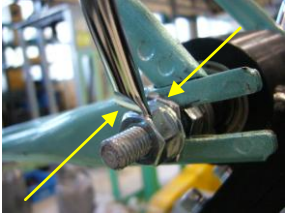

6.2.1 フレームとキャリヤを組み合わせた方法

試験結果を表 1 4 に示す。クラス 18 のキャリヤに、18kg のおもりを取り付けた場合は 15 万回で異常がなかった。同じキャリヤに最大積載質量を超える 27kg のおもりを取り付けた場合は、シート止めキャリヤが 2.3～2.6 万回で、ダボ止めが 12.4 万回でキャリヤ足（ロッドのプレス部分の付け根）が破損した。

クラス 27 のキャリヤでは、シート止めの場合はフレームの強度によらず 15 万回で異常がなかったが、ダボ止めとした場合、9.8 万回の試験回数でキャリヤ足が破損した。

クラス 18 のキャリヤでは、最大積載質量を超えて幼児用座席、荷物を積載すれば、やはりキャリヤが破損することが確認できた。また、クラス 27 のキャリヤでは、JIS 規格の 5 万回はクリアするが、10 万回をクリアしないものがあった。

表 1 4 フレームとキャリヤの組み合わせによる耐久試験結果

フレーム の剛性	キャリヤ		おもり (kg)	試験結果	破損状況
	No.	種類			
通常	1	クラス 18 ダボ 止め	18	15 万回で異常なし	
			27	124,647 回で右側キャリヤ足下部が破断した。	
	2	クラス 18 シート止め	18	15 万回で異常なし	
			27	23,353 回で左右のキャリヤ足下部が破断した。	 
	3	クラス 27 ダボ止め	27	98,364 回で左側キャリヤ足下部が破断した。	
	4	クラス 27 シート止め	27	15 万回で異常なし	
剛性	5	クラス 18 シート止め	18	15 万回で異常なし	
			27	26,594 回で左側キャリヤ足下部が破断した。	
	6	クラス 27 シート止め	27	15 万回で異常なし	

注：網掛けは、クラス 18 のキャリヤに、最大積載質量を超える 27kg のおもりを取り付けた場合を示す。

6.2.2 キャリヤ単独による方法

試験結果を表 15 に示す。キャリヤ単独の場合、3 種類ともに 15 万回で異常がなかった。

表 15 キャリヤ単独による耐久試験結果

キャリヤ		試験結果
No.	種類	
3	クラス 27 ダボ止め	15 万回で異常なし
4	クラス 27 シート止め	15 万回で異常なし
6	クラス 27 シート止め	15 万回で異常なし

7. フレームの剛性

フレームの剛性のフレームとキャリヤとの組み合わせた試験への影響について、通常フレームと剛性フレームの 2 台のフレーム体でねじり剛性試験を実施し、フレームの剛性を評価した。

7.1 フレーム体前三角のねじり剛性試験

フレーム試験用取り付け台にフレーム中心面が水平になるように、フレーム体のハンガ及びシート部を固定した状態で、ヘッドパイプに丸棒を挿入し、おもりを負荷することによりフレームにねじりモーメントを加えた。

測定方法は、写真 20 に示すように、荷重点 C（ヘッドパイプ中央から 300mm）におもりを負荷した時の測定点 A（ヘッドパイプ中央）及び測定点 B（ヘッドパイプ中央から 250mm）の変位量をダイヤルゲージで測定し、フレームのねじれ角度を算出した。

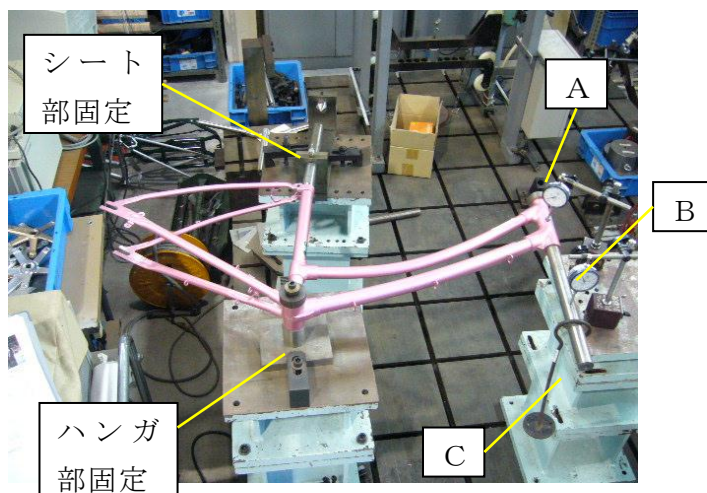


写真 20 フレーム体前三角のねじり剛性試験

7.2 フレーム体のねじり剛性試験

フレーム試験用取り付け台にフレーム中心面が水平になるように、フレーム体のヘッド部を固定し、後ハブ軸の中心を回転軸とし、立パイプと平行に丸棒を取り付け、おもりを付加することによりフレームにねじりモーメントを加えた。

測定方法は、写真 21 に示すように、荷重点 D（ハブ軸から 500mm）におもりを負荷した時の測定点 A（立パイプ先端から

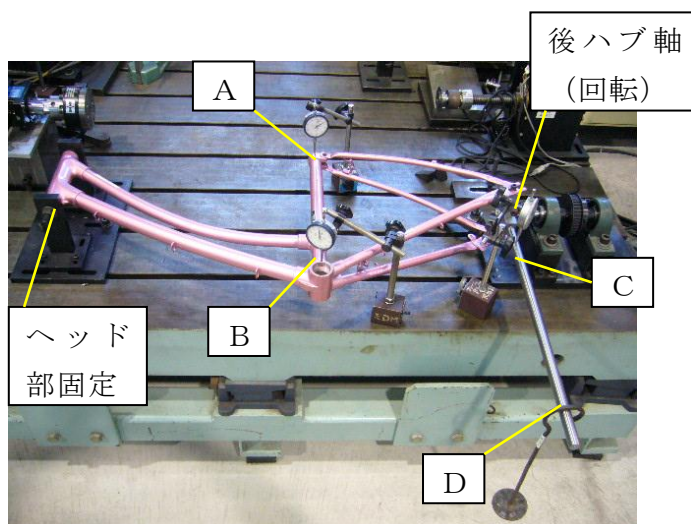


写真 21 フレーム体のねじり剛性試験

10mm)、測定点B（ハンガ中心から 20mm 上部）、測定点C（ハブ軸から 100mm）の変位量をダイヤルゲージで測定し、フレームのねじれ角度を算出した。

7.3 試験結果

表 16 にそれぞれのフレーム体の質量、パイプ外径を示す。写真 22、23 にフレーム体の外観を示す。フレーム体前三角のねじり剛性試験結果を表 17、フレーム体のねじり剛性試験結果を表 18 に示す。

表16 フレーム体の質量、パイプ外径

フレーム体	質量 (kg)	外径 (mm)					
		ヘッドパイプ	上パイプ	下パイプ	立パイプ	バックホーク	チェーンステー
通常	2.85	35.0	25.6	28.8	28.6	12.8	19.2
剛性	3.55	38.0	25.5	31.8	28.8	12.8	19.2



写真22 通常フレーム体



写真23 剛性フレーム体

表17 フレーム体前三角のねじり剛性試験結果

フレーム体	おもり (N)	ねじりモーメント (N・m)	変位量 (mm)		たわみ量 (mm) B-A	ねじり角度 (度)
			A	B		
通常	100	30	1.49	2.30	0.81	0.18
	200	60	3.11	4.70	1.59	0.36
	300	90	4.72	7.15	2.43	0.56
剛性	100	30	1.14	1.74	0.60	0.13
	200	60	2.17	3.35	1.18	0.27
	300	90	3.24	5.02	1.78	0.40

表18 フレーム体のねじり剛性試験結果

フレーム体	おもり (N)	ねじりモーメント (N・m)	変位量 (mm)		たわみ量 (mm) (A+B)/2	ねじり角度 (度) 立パイプ	変位量 (mm) C	ねじり角度 (度) 後ハブ軸
			A	B				
通常	100	50	2.08	1.02	1.55	0.23	1.10	0.63
	200	100	4.21	2.19	3.20	0.48	2.29	1.31
	300	150	6.15	3.70	4.93	0.73	3.62	2.07
剛性	100	50	1.41	0.70	1.06	0.17	0.95	0.54
	200	100	2.71	1.60	2.16	0.34	1.95	1.12
	300	150	3.98	2.64	3.31	0.53	3.05	1.75

図 2 2、2 3 にねじり剛性試験結果のグラフを示すが、通常フレームに比べ、剛性フレームの方がねじり角度が小さく、剛性が大きい。剛性フレームは、パイプ外径、肉厚、ラグの寸法を大きくするなど剛性を上げているためである。

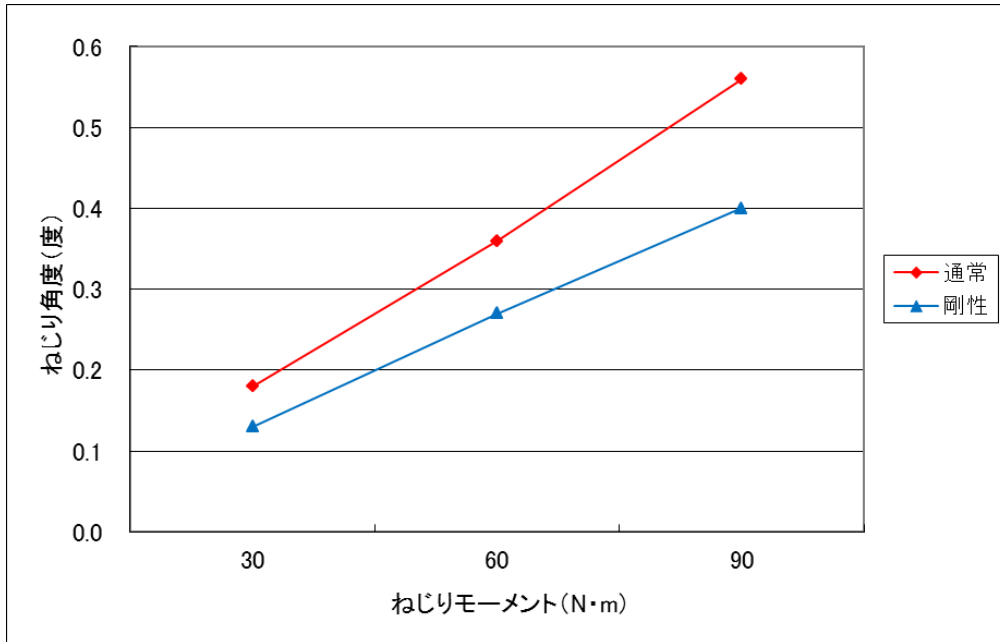


図 2 2 フレーム体前三角のねじり剛性試験

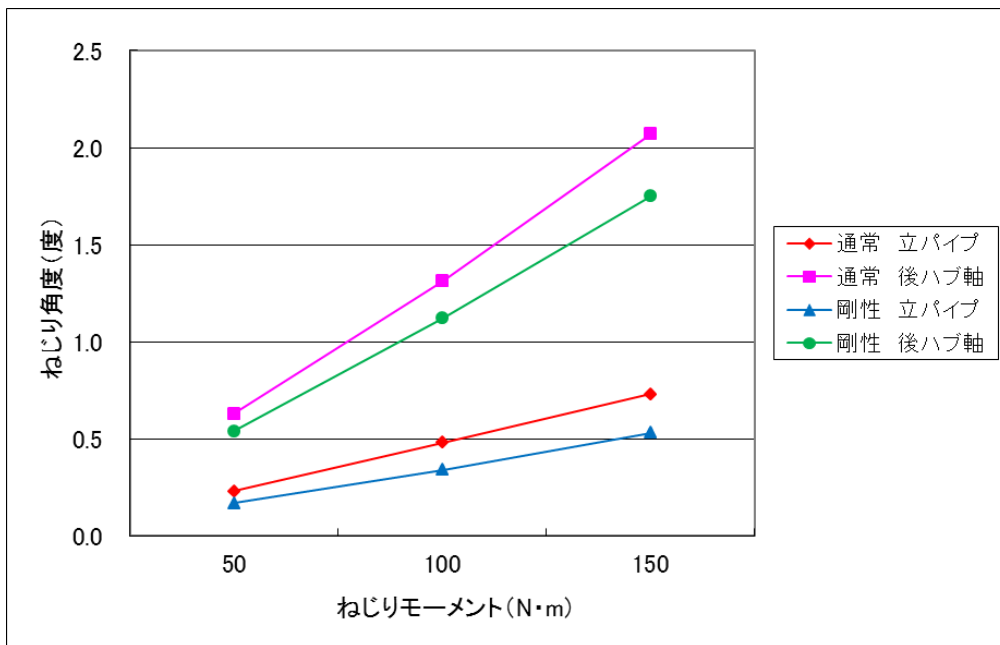


図 2 3 フレーム体のねじり剛性試験

8. まとめ

8.1 幼児用座席使用時の重心高さの影響について

実走行による測定で、走行条件が加速時、立ちこぎなどいずれの条件でも、実際の幼児を乗せた時に比べて、幼児の重心高さを模擬した車いす用テストダミーを載せたときの応力の方が大きくなった。幼児を乗せた時には、幼児自身が左右へのバランスを取るほか、乗員も自転車を可能な限り左右に振らないよう気を使うためと思われる。

実走行の立ちこぎによる坂道上り時と同じ応力を発生させるための試験条件は、キャリヤの応力から判断し、試験機での揺動角：5度、周波数：1Hz（JIS条件）に相当すると考える。

また、試験機による応力の比較によれば、ダミーに比べてダンベル（JIS）を載せた時の応力の方が大きくなった。

以上のとおり、自転車のキャリヤに幼児用座席を取り付け、幼児を乗せて走行したときの応力よりも、JIS D9453（キャリヤ及びスタンド）に規定されたキャリヤの左右揺動試験時の応力の方が大きく、キャリヤの試験条件として幼児用座席使用時の重心高さを考慮する必要はなく、JIS D9453（キャリヤ及びスタンド）でおもりの取り付け高さを変更しなくてもよいものとする。

8.2 フレームにキャリヤを取り付けた時の取り付け部の強度について

耐久試験で、キャリヤ単独の場合は、JISの強度基準を満たし回数が増えても破損しなかった。しかし、フレームとキャリヤを組み合わせた場合は、一部のキャリヤで回数が増えると破損することが分かった。これは、キャリヤのサドル側の取り付け部の剛性を比較した場合、フレームとジグでは、フレームの方が剛性が低いため、キャリヤがより大きいたわみ、応力が大きくなり破損に至ったものと考えられる。また今回の結果では、キャリヤが破損したが、フレームのキャリヤ取り付けダボにも大きな応力が発生していることから、ダボが破損する可能性もある。

このため、JIS規格（D9301：一般用自転車）には、フレームにキャリヤを取り付けた時の取り付け部の強度規定の追加が必要と考える。

規定の追加については、国内規格調査部会で試験条件等を検討し、改正を実施していきたい。