

樹脂オルガンタイプアクセルペダルの開発

Development of Plastic Organ-type Accelerator Pedal Assembly

桜庭 智 裕*

Tomohiro SAKURABA

加藤 輝 男**

Teruo KATO

根布谷 秀 人*

Hideto NEBUYA

阿部 智 章**

Tomoaki ABE

要 旨

アクセルペダルの商品性向上のために、ペダル軌跡が人間の足裏の動きと同位相で動作するように床部にピボットを持ったオルガンタイプペダルを開発した。

ピボット部の樹脂ヒンジ構造についてテストした結果、材料としてはポリエステル系エラストマを選択し、薄肉ヒンジ部の形状を工夫することで従来構造と比べて遜色無い耐久・強度性能をもたせた。ヒンジ部分の耐久性評価として、オイル、グリス等浸漬耐久性評価でも物性低下が無いことを確認した。

さらに床部の取付構造についても検討し、軟質材の特徴を活かしワンタッチで組付けできる構造にて、抜け荷重900N以上の結合強度を実現した。

ABSTRACT

An organ-type pedal attached to the floor by a pivot has been developed to increase the comfort of accelerator pedals. The trace of the new pedal is in the same phase as the motion of the sole of the human foot.

Tests on a plastic hinge structure for the pivot was conducted. Results showed that polyester elastomer possessed superior fatigue resistance, and this was therefore selected as the hinge material. Newly developed thin hinge has enabled the new pedal to equal conventional pedal structures in strength and durability. The hinge section was immersed in oil, grease and other chemical agents to test durability, and results showed no change in physical properties.

The connection of the pedal to the floor was also altered. The flexibility of the material has enabled snap-fit assembly, and the connection is sufficiently strong to resist an extraction load of over 900N.

1. まえがき

乗用車用アクセルペダルにおいて、Fig. 1 に示すような吊り下げ式アクセルペダルが主流となっている。

吊り下げ式アクセルペダルは、上部の取付ブラケット、金

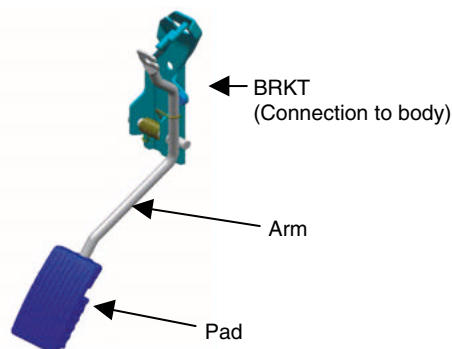


Fig. 1 Conventional accelerator pedal assembly

属製のアームとパッドから構成される。吊り下げ式アクセルペダルは構造が簡素で、部品点数が少なく低コストであることから広く採用されている。

このペダルの課題は、Fig. 2 に示すようにパッド部の円弧軌跡(Trace of Pad)が人間の足裏の軌跡(Trace of Sole)に

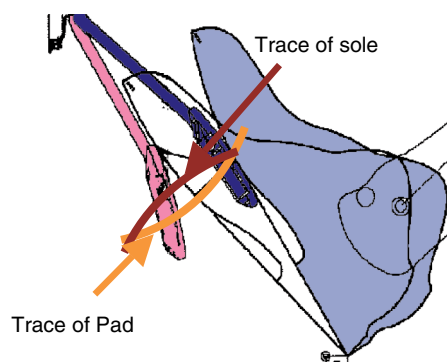


Fig. 2 Trace of conventional accelerator panel

* 栃木研究所

**株式会社エフテック

対し、大きくずれてしまうため良好な操作フィーリングが得られにくいことである。

このような吊り下げ式アクセルペダルの操作フィーリングを向上させるには、足裏の軌跡とペダルの軌跡を一致させることが重要となる。たとえば、パッド部を床部に締結し、かつパッド下端をピボットとして可動するようなオルガンタイプアクセルペダルは、良好な操作フィーリングが可能となる。しかしながら吊り下げ式アクセルペダルのパッドを単純に下方に延長して床部と締結するとペダル操作を阻害してしまう。そこで、部品の信頼性確保のため従来の吊り下げ式アクセルペダルの機構部品を活用しながら、オルガンタイプが成立する構造を検討した。その手法として Fig. 3 に示したように吊り下げ式タイプのパッド部を下方に伸ばして床部に結合させ、そのピボットにヒンジ構造を設け可動させる構造を考案した。ここでは床部との締結構造を一体とする樹脂製アクセルペダルを開発したのでその内容を報告する。

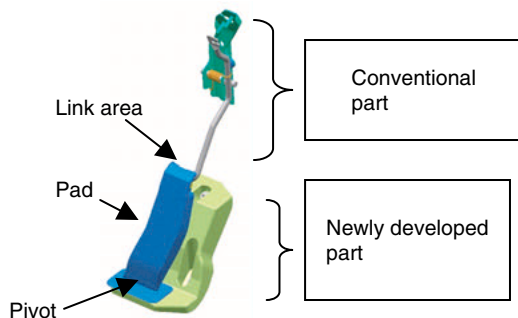


Fig. 3 Accelerator pedal assembly

2. 開発技術要素

Fig. 4 は Fig. 3 の各部詳細について示す。樹脂製パッドを床面へ固定し、パッド部全体が可動するようにヒンジエリアを設定すると足裏とアクセルパッドの軌跡を一致させ

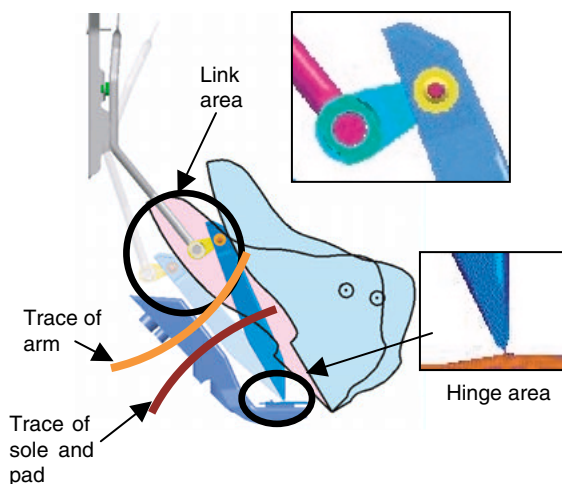


Fig. 4 View of hinge pivot and Link area

る事は出来る(Trace of sole and pad)他方、従来構造のアクセルアーム部の軌跡(Trace of arm)とアクセルパッド部の軌跡ではズレが生じるために、ズレの吸収構造としてリンク機構が必要となる。又、ヒンジエリアはパッド全体で可動する動きを支持するために床部に強固に固定される締結構造が必要となる。

この構造を具現化するために以下の技術要素の開発を行った。

1. 樹脂ヒンジの仕様と耐久性

2. 車体搭載構造

・床部との締結構造の確立

・アーム部とのズレを吸収するリンク構造の確立

3. 樹脂ヒンジの仕様と耐久性

アクセルパッドを成立させるための樹脂ヒンジ構造には繰返し操作による耐久疲労性能と操作入力に対する十分な強度確保が求められる。

それらを満足する最適な材料及び形状を検討した。材料選定に当たり、Fig. 5に示すテストピースを用いて試験することとした。テストピースは平板形状の中央部に Detail C に示すヒンジ部を設けることを特徴としている。ヒンジ部分は他の一般部 1.0mm 設定に対し 0.5mm と薄肉に設定してある。

樹脂材料選定にあたって、一般的にヒンジ性能に優れるといわれている⁽¹⁾PP系材料を2種類(PP-B, PP-C)と引張伸

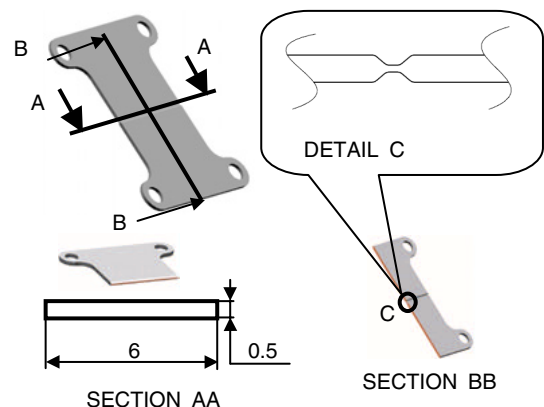


Fig. 5 Test piece

Table 1 Material property

Item	Unit	Material				
		PP			Polyester	
		A	B	C	D	E
Tensile strength	MPa	19	20	21.5	7.8	14.2
Elongation	%	150	350	>500	610	390
Flexural modulus	MPa	1370	1320	1080	70.6	210
Izod Impact	J/m	88	98	196	NB	NB
MI	—	15	9	3	8	8

び 300%以上を有することを目安としてポリエステル系エラストマ2種類、対比材として PP-A に引張伸び 150%の材料を選定し計5種類を評価した。Table 1にこれらの代表物性を示す。

3.1. 疲労試験

耐久疲労試験を以下の方法で実施した。実際の使用状況に則した疲労耐久性を評価できるように、ヒンジ部のみが可動する試験装置を作成した。Fig. 6に装置の作動原理を示す。ヒンジテストピースの上端を固定し、下端部はヒンジが屈曲するように可動するアームに接続されている。屈曲角度は調整により種々の角度で作動できる構造になっている。Fig. 7に装置全景を示す。門型形状をしている上部固定部と可動アームが確認できる。Fig. 5に示した試験片を用い、試験雰囲気は-30℃/80℃の冷熱環境下とした。耐久性評価は試験後の引張強度残存率から、材料の優位性を評価した。耐久回数 300 万回時の作動角度毎の強度残存率と作動角度を 45 度一定として 300 万回まで屈曲耐久を行った後の強度残存率についてそれぞれ評価した。

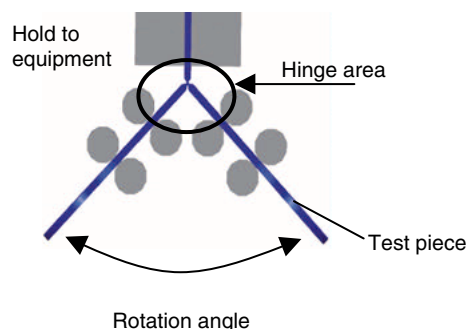


Fig. 6 Schematic of durability test



Fig. 7 Test equipment

300 万回耐久試験後の作動角毎の引張強度残存率を Fig. 8, 9 に示す。又、作動角を 45 度一定とした各耐久回数毎の引張強度残存率を Fig. 10 に示す。

Fig. 8, 9 に示す疲労耐久試験結果より、PP 系、ポリエステル系エラストマ共に耐久後の引張強度残存率は作動角度に依存して低下し、作動角度が増大するほど残存強度も

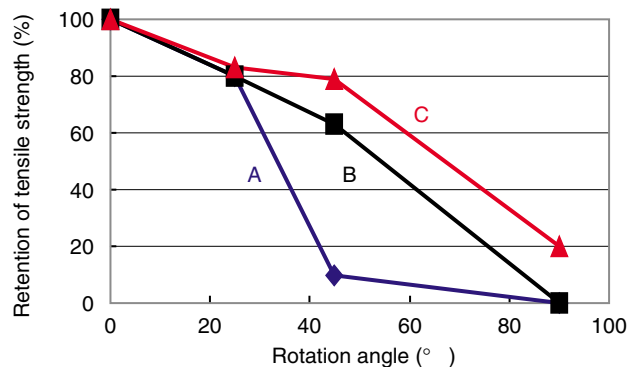


Fig. 8 Retention of tensile strength after durability test (PP)

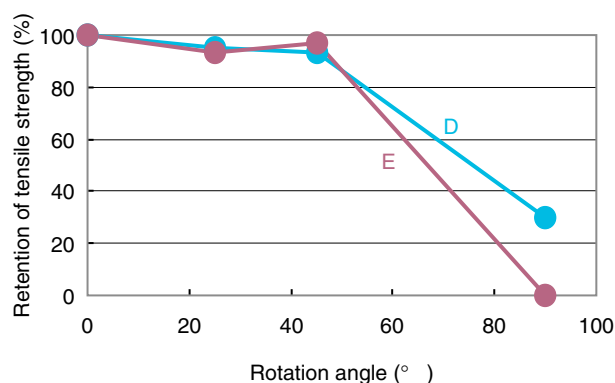


Fig. 9 Retention of tensile strength after durability test (Polyester)

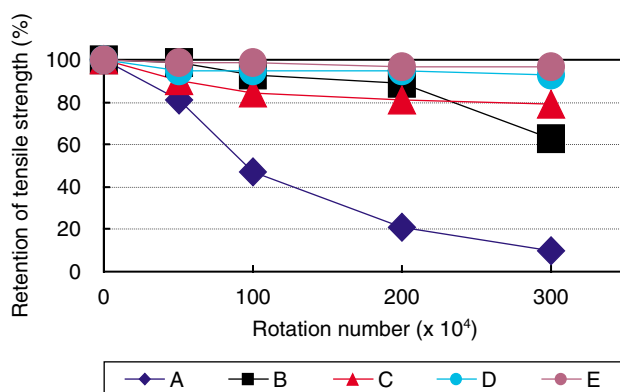


Fig. 10 Retention of tensile strength after durability test (for each rotation number)

低下することがわかった。また、Fig. 8 の PP 系材料 A, B 及び C の比較により、ヒンジ耐久性能は各材料の引張伸びに影響され、引張伸び 300%以下の材料では作動角度 45 度の領域で急速な劣化を示すことがわかった。耐久後引張残存強度比較をしてみると疲労特性はポリエステル系エラストマが優れており、材料 D, E 共 45 度以下の作動角度では耐久後の引張強度低下がほとんど見られないことがわかった。Fig. 10に示す作動耐久回数毎の結果からは、PP系材料では50万回時以降徐々に引張強度残存率が低下していくのに対し、ポリエステル系エラストマでは 300 万回までの各耐久回数で殆ど引張強度の低下が無いことがわかった。

実際のペダルヒンジでは作動角度はレイアウト上 45 度以下であり、この作動角度で耐久後の引張強度低下の無いポリエステル系エラストマを選定することとした。

3.2. 強度試験

疲労耐久試験からポリエステル系エラストマの優位性が確認できたが、ヒンジ形状及び材料の絞込みのため Fig. 5 のテストピースを用い、ヒンジ可動部の形状 2 種類 (TYPE-1: ヒンジ薄肉部に応力集中部位を緩和する直線部を設けたもの、TYPE-2: ヒンジ薄肉部のみ) として下記の 3 種の強度試験を実施した。

1 引っ張り強度試験

ヒンジ全面へ荷重が掛るよう入力を想定。

2 引き裂き強度試験

ヒンジ端面へ荷重が掛るよう入力を想定。

3 ねじり強度試験

ヒンジ中央を軸に回転入力を想定。

試験方法及び試験結果を Fig. 11, Fig. 12, Fig. 13 に示す。

ヒンジ形状としては強度試験結果より、同材料であっても TYPE-1 の方が 3 項目全てにおいて初期強度が高く、優位性が明らかとなった。

同一形状では、材料の持つ引張強さに依存して強度差が見られ、ポリエステル系エラストマ E が優位であった。

以上の結果からヒンジ部材料としてポリエステル系エラストマ E、ヒンジ形状 TYPE-1 を選定した。この形状は、ヒンジ機能を確認する薄肉部を 0.5mm とし、ヒンジ部に応力集中がなされないように直線部を 1mm 確保してあることを特徴とする。

3.3. 耐薬品性

疲労耐久性能、強度性能で優位であったポリエステル系エラストマ E において耐薬品性の確認を行った。

オイル・グリス・ガソリン等の日常考えられる 6 種類の薬品について、72 時間浸漬後の物性変化量を確認した。なお、物性変化量としては引っ張りにおける強度残存保持率を用いた。結果を Fig. 14 に示す。

いずれの薬品に対しても残存保持率が 90% 以上あり、ポリエステルエラストマ E の薬品による物性低下はほとんどないことが確認できた。

4. 車体搭載構造

4.1. 床部との締結構造の確立

オルガンペダルでは従来構造品に対し、パッド部と床面取付部との結合が必要である。

パッド部と床面取付部のストッパとの結合の容易化のため、パッド部とストッパの結合部をワンタッチのスナップ

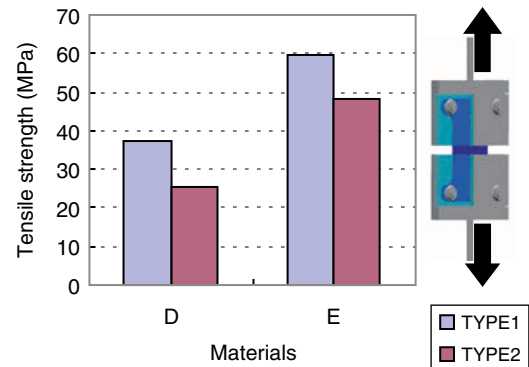


Fig. 11 Results of tensile strength test

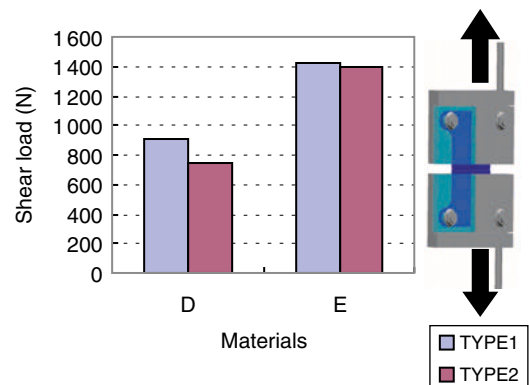


Fig. 12 Results of shear load test

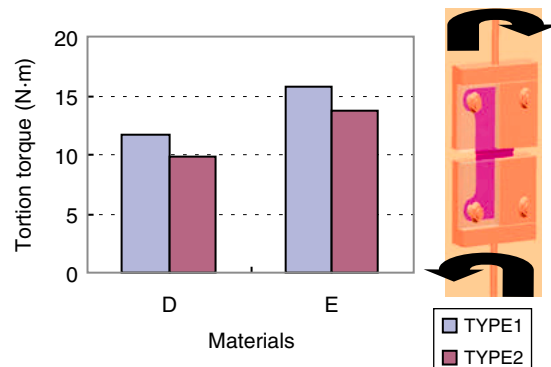


Fig. 13 Results of torsion torque test

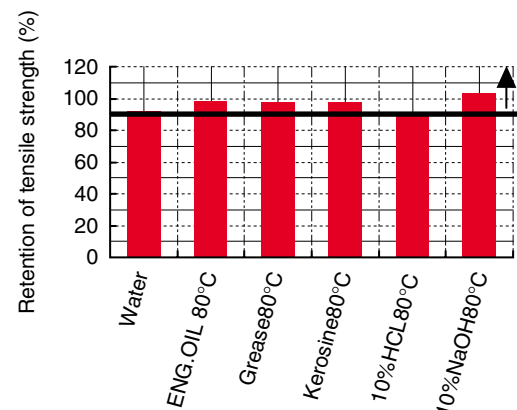


Fig. 14 Results of chemical resistance test

フィット構造とした。Fig. 15 に結合部の各部を図示した。

スナップフィット形状として組付け性(ワンタッチ結合可能)、強度(抜けにくさ)、メンテナンスの容易さ(取り外し可能なこと)の3点を両立させるべく、パッド側爪部の間に挟まり嵌め殺し構造となるバックアッププレートをストップ側に一体成形により設定した。バックアッププレートをFig. 16(a) に図示した。

バックアッププレートは組付け時、Fig. 16(b)に示すようにパッド爪部のストップ結合部への挿入と共に下方に押し付けられて下がる。プレートはFig. 16(c) に示す様に爪部がストップ内部に入り込むまで充分にたわんでいく。

Fig. 16(d) に示すように爪の挿入が終わって開いた後にバックアッププレートは再度上方に持ち上がり爪に挟まれる。

パッド部に対して抜け力が発生した場合、爪は内側にたわむことにより抜けようとするが、バックアッププレートが爪の内側にあるためたわまない。これらの構造により抜けに対するタフネスを持たせ、900N 以上の荷重を確保した。

一方、メンテナンス時など取り外し時は工具等の挿入によりバックアッププレートを下方に押し付けた状態にすることにより容易にパッド部を引き抜くことが出来る。これにより、メンテナンス時の作業を軽減させることができた。再組付け時におけるパッドとストップの抜け荷重は、再組みを100回繰り返した後でも初期と同等の荷重を確保した。

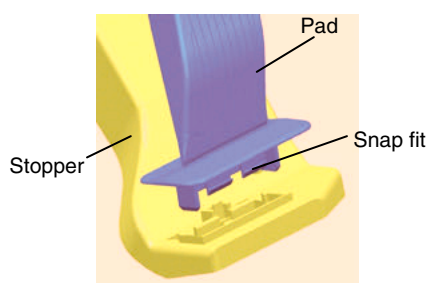


Fig. 15 Snap fit connection

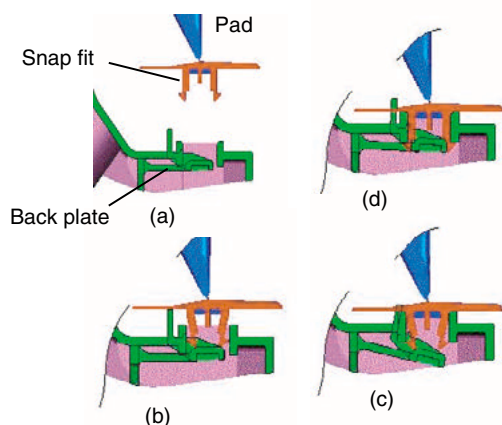


Fig. 16 Snap fit mechanism

4.2. アーム部とのズレを吸収するリンク構造の確立

従来構造を流用した上部構造部とオルガンタイプのパッドとの間に設けたリンク部詳細をFig. 17 に示す。リンクアームはシャフトを介して可動性を維持した上でプッシュナットを用いて結合してある。Fig. 18 にパッドが踏みこみ方向に移動したときのリンクアームとパッドの動作状態を示す。アームとパッドの軌跡違いから交差角が変化してもリンクアームがパッド側ピボットとアーム側ピボットの2箇所の支点を介してスムーズに可動する構造とした。

Fig. 17 の SECT. A-A 部をFig. 19 に示す。平行度バラツキ吸収のため軸受け部を球面形状とし、製品バラツキ、組付けバラツキを吸収出来る様横方向にスライド可能としたリンク構造とした。

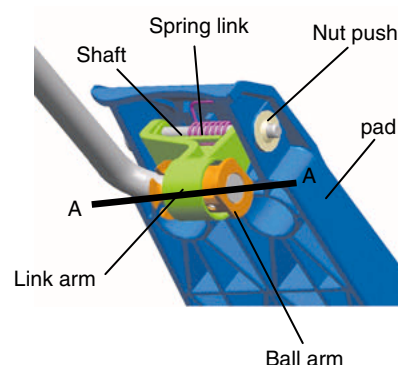


Fig. 17 Link area

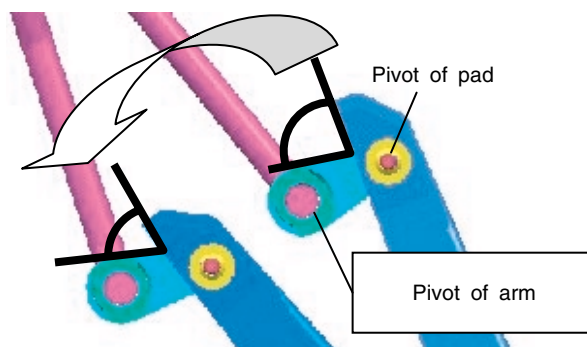


Fig. 18 Mechanism of link section

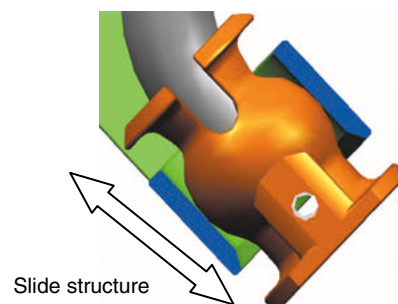


Fig. 19 Linkage of link arm and ball arm

5. 実車フィーリング確認結果

本研究により開発した樹脂オルガンタイプアクセルペダルの実車フィーリングの確認を行った。

Fig. 20 にペダルストロークと操作荷重の関係を示す。

操作荷重については吊下げ式ではペダルストロークの増加に対してリニアに上昇せず、結果として足裏の感じる荷重はストローク後半では重くなる傾向にある。一方、オルガン式ではペダルストロークに対する操作荷重にはリニアな変化を示した。

またオルガン式ではしっかり感の向上が確認できたが、Fig. 21 に示すようにオルガン式は吊下げ式に対してパッド面積が下方に向かって大きくなっていることが要因としてあげられる。さらにパッドとフロア部が結合しているため、パッド下部の動きが抑制されていることも寄与していると考えられる。

実車確認結果、オルガン式アクセルペダルにより操作フィーリング向上が確認出来た。

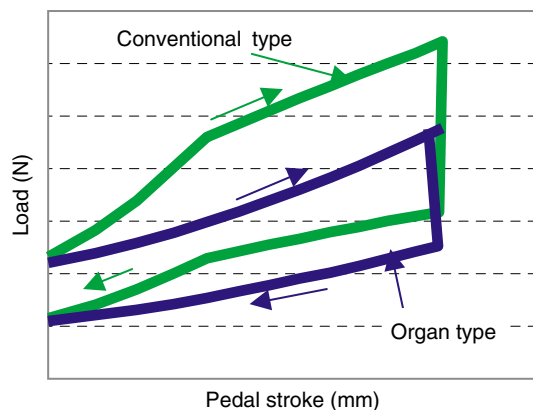


Fig. 20 Comparison of feel of load



Fig. 21 Pad shape

6. まとめ

従来構造のアクセルペダルと遜色のない耐久信頼性を有し足裏軌跡と同位相の良好な操作フィーリングを得られる樹脂製オルガンタイプペダルを開発した。

以下に開発した技術要素を示す。

- (1) 樹脂ヒンジ機構の材料、構造に関する評価方法を考案し評価した結果、PP系/ポリエステル系エラストマの

いずれも作動角 45 度以上では耐久劣化を示し、特に PP 系では顕著である。

- (2) ヒンジ作動機構の材料として、作動角 45 度以下の領域では引張伸び 300%以上の材料が適しており、疲労特性はポリエステル系エラストマが優位である。
- (3) ポリエステル系エラストマにてヒンジ部に応力集中の少ない直線部を設けたヒンジ構造を組み合わせることで高耐久性及び高強度のオルガン式ペダル構造を確立した。
- (4) 床部の取付構造としては、軟質材の特徴を生かしたスナップフィットを考案し、組付け性及びメンテナンス時の作業性にも配慮した上で 900N の結合強度を実現した。
- (5) リンク構造を考案・適用することにより従来構造のアクセルペダルの部品構成を活用し、オルガンタイプペダルを車体へ搭載することを可能にした。

謝 辞

本研究にあたり、御協力を頂きました株式会社エフテックはじめとする関係者の方々に紙面を借りて厚く御礼申し上げます。

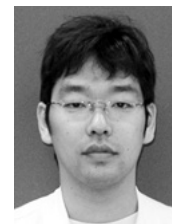
参考文献

- (1) プラスチック加工技術便覧編集委員会／編：一体ヒンジの成形，プラスチック加工技術便覧，東京，日刊工業新聞社，1984，p.196-197

■ 著 者 ■



桜庭 智裕



根布谷 秀人



加藤 輝男



阿部 智章