

ロング・クロス転換座席の開発 (可変座席の開発と209系での試験)



熊谷 健*

デertimeなどの混雑の少ない時間帯に、座席配置を変えることによって座席数を増やし、一人でも多くのお客さまに座っていただくために、ロングシートからセミクロスシートへ転換する座席の開発を行っている。試作品を製作し、定置試験にて基本的な機能を確認した後、AC Trainに搭載し車両走行時の座席振動や応力測定を行った。この結果をもとに、営業車搭載用の改良品を製作し、八高・川越線の営業車（209系車両：川越車両センター所属）に搭載して、耐久性や座り心地等の評価を行っているところである。

●キーワード：座席数増加、収納座席

1 はじめに

今後の高齢化社会の到来やお客さまサービスの更なる向上という観点から、デertimeなどの混雑の少ない時間帯に、いかにして一人でも多くのお客さまに着座していただくかが重要な課題となってくる。

特に近郊形の車両においては、平日の通勤時間帯における輸送力の確保という側面のほかに、平日の日中時間帯や休日に首都圏から近隣の観光地への輸送に供するという側面もあり、着座サービスの向上が鉄道利用の需要を掘り起こす上で欠かせないものとなってくる。

そこで、ロングシート状態からセミクロスシート状態へ座席配置を変更することにより座席数を増やすことができる可変座席の開発を行い、定置試験やAC Trainでの現車走行試験を経て、現在、営業車で性能確認を行っている。

本稿では、開発した可変座席の概要と営業車搭載に向けてAC Trainで行った走行試験及びその結果に基づく改良点、そして、現在、八高・川越線を走る209系車両で行っている営業車で試験について紹介する。

2 可変座席のメカニズム

今回開発した可変座席は、7人掛けロングシートを8人掛けセミクロスシートに転換することで、座席数を1

名分増加することができる（図1）。

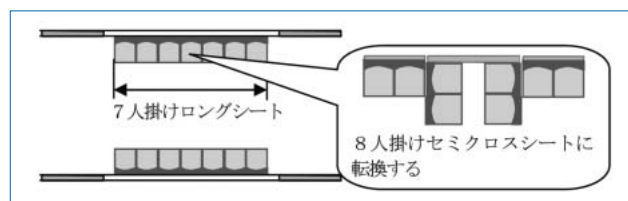


図1：可変座席による座席数の増加

ロングシートからセミクロスシートへの動作過程を以下に示す（図2参照）。

- (1) 中央3人掛け部分の座席を折りたたみ、座面を壁内に収納する（①～②）。
- (2) 両端の2人掛けの部分が90°回転し、ボックスシートを構成する（③～④）。
- (3) 両端の回転したシートの裏側に収納されている2人掛けシートを展開する（⑤）。

このように、3人分の座席を収納し、2人分の座席を2箇所（4人分）展開するため、1人分の座席が増えることになる。セミクロスシートからロングシートへの転換動作は、この逆の過程となる。これらの動作は全て電動で行っており、クロスシートの回転とロングシートの収納・引き出しは減速機付電動機を使用している。なお、自動転換の不具合発生時に備え、手動による座席の収納・引き出しができる構造となっている。

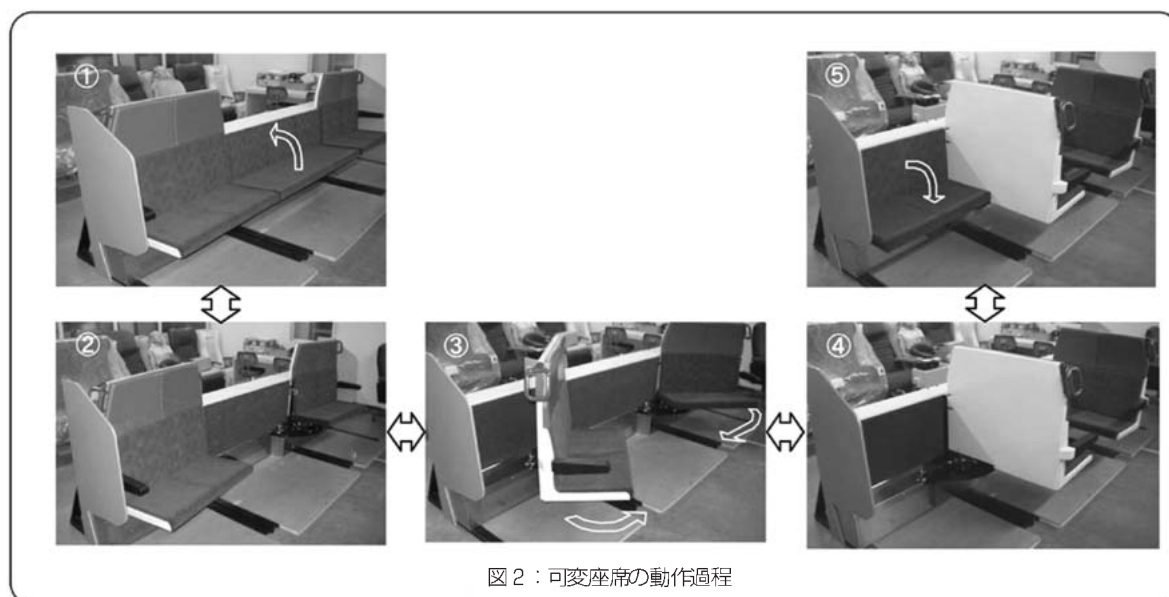


図2：可変座席の動作過程

3 1次試作品

可変座席の基本的な機能について確認し、営業車搭載に向けた改良項目を把握するため、1次試作品を製作した。この1次試作品を用い、定置試験やAC Trainにおける現車搭載試験を行った。

3.1 定置試験

3.1.1 強度試験

1次試作品の強度と剛性を確認するために、シートの座面、背ズリ、取手部、肘掛の各部に負荷を加え、負荷部裏面のたわみ量を測定した。その結果、問題となる変形や亀裂は見られなかったものの、クロスシート部背ズリ、取手部、座面において、E231系車両の座席よりもたわみが多いことが確認された。営業車搭載のためにはこれらの部品の剛性を増す必要があることが明らかになった。

3.1.2 座り心地評価

座り心地の評価を行うために、チェックシートに基づく項目評価と着座時の体圧分布測定を行った。評価方法については、身体寸法基準に適合する評価者を男女3名ずつ選定し、ロングシート状態、セミクロスシート状態それぞれについて座り心地の評価を行った。結果は以下のとおりである。

- (1) ロングシート部とクロスシート部で座り心地の評価に差は見られず、両者とも概ね良好な座り心地が確保されていた。
- (2) 2つの座席にまたがって座ったときに大腿部に圧迫感を感じるとの評価があったが、これは座フレームのパイプ形状を変更しクッションの厚みを増すことで対応可能であることが判明した。
- (3) 背ズリの体圧が全体的に低い傾向であったが、これは背ズリの角度が立っているためであり、背ズリ角度を変えることによって、座り心地が改善されることが判明した。

3.2 AC Trainにおける試験

定置での強度試験や座り心地評価の実施により、営業車搭載に向けての改良項目が明らかになった。しかし、実際に営業車へ搭載するためには、車両走行時の振動や応力の発生状況などを測定し、振動が加わる状態において、開発した可変座席に問題ないかどうかを確認する必要がある。

そこで、1次試作品をAC Trainに搭載し、実際の車両走行時における振動及び応力の測定を行い、構造面での改善検討を行うこととした。

3.2.1 AC Trainへの搭載

開発した可変座席は、AC Trainの1号車に搭載した。搭載にあたり既存の7人掛けのロングシートを撤去し、開発品の可変座席の取付けを行った。可変座席の搭載箇所と実際の搭載状況をそれぞれ図3と図4に示す。

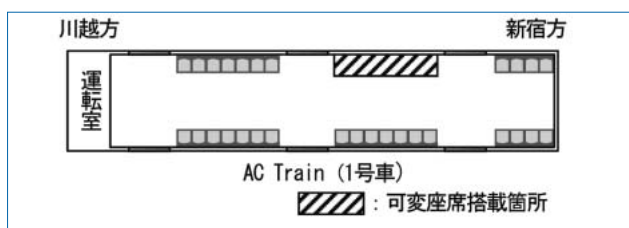


図3：AC Trainへの可変座席搭載箇所



図4：AC Trainへの可変座席搭載状況

3.2.2 車両走行時の応力・振動測定

(1) 測定方法

応力・振動測定は中央本線の高尾～甲府間で行い、試験ごとにシートの状態と荷重条件を変えた4つの条件を設定し測定を行った。振動の測定にはひずみ式加速度ピックアップを、また応力測定においてはひずみゲージを用い、計測結果を列車速度やキロ程信号とともにデータレコーダに連続記録した。

振動測定は、ロングシートとセミクロスシートそれぞれの状態において、測定箇所における座フレームと床面の振動を同時に測定し比較を行った。振動測定試験における測定条件を表1に、測定箇所を図5に示す。

表1：振動測定条件

測定条件	荷重積載	測定箇所	シート状態
条件1	有 (60kg/席)	A, D	セミクロスシート状態
条件2	無		
条件3	有 (60kg/席)	B, C	ロングシート状態
条件4	無		

振動測定箇所

- A：セミクロスシート状態でのクロスシート部通路側とその床面
- B：ロングシート状態でのクロスシート部通路側とその床面
- C：ロングシート状態でのロングシート（3人掛中央部）とその床面
- D：既存のロングシートとその床面

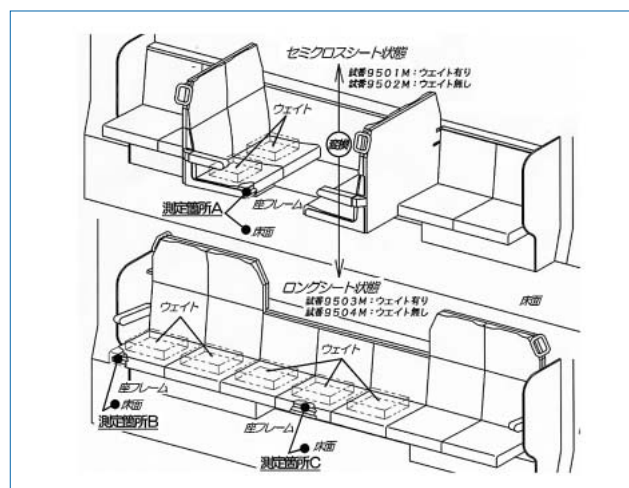


図5：振動測定箇所

一方、応力測定は、セミクロスシート状態におけるクロスシート保持部の強度確認を行うために、上部ヒンジ部Eとクロスシート脚台円盤部Fの2箇所にひずみゲージを取付け応力の測定を行った。応力の測定箇所を図6に示す。

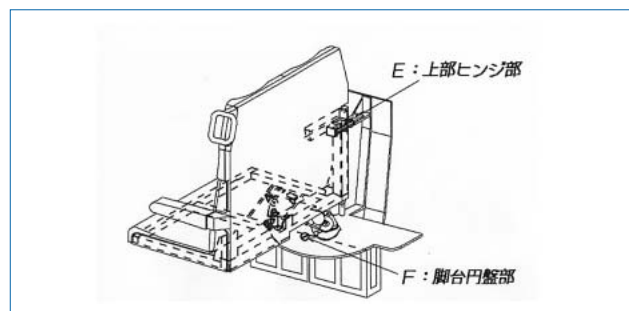


図6：応力測定箇所

(2) 測定結果

振動測定の結果、荷重積載時では測定箇所A, B, Cのそれぞれにおいて、最高速度またはポイント通過時における振動加速度が床面における加速度に対し大きくなることが確認された。これは、クロスシート部およびロングシート部の座面剛性が影響しているためと考えられ

る。また、測定箇所Aについては、前後方向の振動加速度が大きくなることも確認されており、クロスシートの剛性が影響しているものと考えられる。

荷重を搭載しない状態では、測定箇所Dにおいては座フレームの加速度は床面とはほぼ同じであり、荷重積載時と比較しても加速度にはほとんど差が見られないのに対し、測定箇所A、B、Cについては、ある周波数帯を超えると座フレームの加速度が床面に対して大きくなること、また荷重積載時と比較しても加速度が大きくなることが確認された。これは、座フレームの剛性やヒンジ部等接続部のクリアランスの値が影響しているためと考えられる。

一方、応力測定結果については、荷重積載時における応力の増加を考慮しても発生する最大応力は使用材料の疲労限度内であり、耐久性にも問題は無いことが確認できた。

4 営業車搭載用改良品

1次試作品による定置試験及びAC Trainでの試験結果をもとに、営業車搭載用の改良品を製作した。具体的な改良項目は以下のとおりである。

- (1) 座フレーム形状、クッション材厚さ、背ズリ角度等の変更による座り心地の向上
- (2) 座フレームの剛性向上やクロスシートヒンジ部の強度アップによる振動防止
- (3) 電動機構の信頼性向上及び転換動作時間の短縮
- (4) 異常時の手動操作の容易化

4.1 209系車両における試験

定置試験及びAC Trainでの試験結果をもとに、営業車搭載用の可変座席を製作し、平成16年3月より営業車による現車試験を行っている。営業車による試験の目的は以下のとおりである。

- ・ 実用化を進めるに当たり、多くのお客さまに体験していただき、座り心地の評価を行う。
- ・ 様々な利用状況において不具合の発生しないことを確認し、実用化に不可欠な信頼性の評価を行う。

- ・ 転換操作を行う場合の操作性について確認を行う。

4.2 試験線区及び試験車両

試験線区及び試験車両は以下のとおりである。

(1) 試験区間

- ① 川越線 南古谷～高麗川間
- ② 八高線 高麗川～八王子間

(2) 試験車両

Tc 209-3003

(川越車両センター所属 ハエ63編成4号車)

(3) 取付箇所

1編成の1箇所(No.1扉～No.3扉間)に搭載(図7)

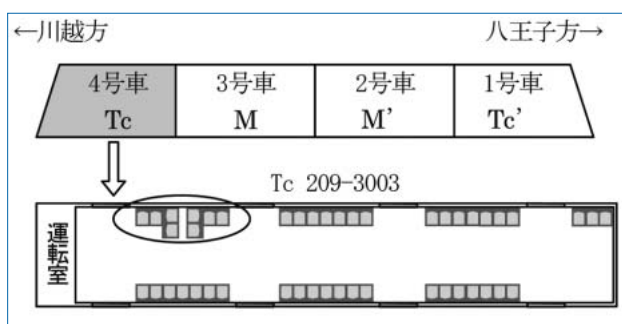


図7：可変座席の営業車搭載箇所

4.3 試験結果について(中間報告)

営業車による試験項目は、以下のとおりである。

- (1) お客さまへのアンケート実施による座り心地評価
- (2) 平日の運用途中における転換動作の確認
- (3) 終日ロングシート状態での運用による信頼性確認
- (4) 終日セミクロスシート状態での運用による信頼性確認
- (5) 要部検査周期相当の動作回数を想定した、定置での転換動作耐久試験
- (6) 乗務員、検修社員、清掃員による操作性評価試験
- (7) 腰掛各部の寸法測定による形状確認

試験項目のうち、(2)と(3)については試験が終了し良好な結果が得られている。現在、(4)の終日セミクロスシート状態での運用を行っているところであるが、車内混雑がある朝夕の通勤時間帯においても不具合が発生すること無く、順調に経過している。

また、これと並行して(1)のアンケート調査の実施のほか、残る(5)～(7)の試験項目についても試験を実施してい

るところである。

アンケートについては、現時点で50名弱のお客さまからご回答をいただいているが、座席のデザインに関しては概ね良い評価であった。また、座席の幅や高さなどの座席形状に関する項目については普通といった評価が大半であり、座席のクッション性など座り心地に関する項目については、約7割の回答が良い～普通という回答であった。座席の固定状態についても、クロスシート部通路側での評価にばらつきがみられるものの、それ以外の箇所では「しっかりしている」という評価が多く、「がたつく」という評価は見られなかった。

5 おわりに

営業車による可変座席の試験は現在も進行中であるが、ここまで概ね良好な結果が得られており、十分に実用に耐え得る可変座席が開発できたと考えている。

今後は、量産化に向けた軽量化とコストダウンが課題であり、これらの点について開発を進めていく予定である。