

○玉槻 晃 横山 義彦 水口 昌彦

[機] 長谷川 晋一 [機] 島宗 亮平 (JR 東日本)

Application on the seat for train of the comfortable last stable form

Akira TAMATSUKI, East Japan Railway Company, Nisshincho 2-479, Kita-ku, Saitama-shi, Saitama
 Yoshihiko YOKOYAMA, Masahiko MIZUGUCHI, Shinichi HASEGAWA, Ryohei SHIMAMUNE,
 East Japan Railway Company

In order to improve the comfortable of the seat for train, it aimed at proposing the comfortable last stable form. First, using the seat form measuring device and the experiment seat for form examination, the form of the seats which an evaluation of the comfort had good were measured, and obtained the last stable form from these results. Next, evaluation and adjustment of this form were made and the comfortable last stable form was proposed. Furthermore, the trial product seat applied the proposed last stable form was manufactured, and subjective evaluation of comfortableness was carried out. As a result, the comfort of trial product seat based on the proposed last stable form was better than the series E6 prototype seat.

Keywords : Seat, Comfortable, The last stable form, Subjective evaluation

1. はじめに

鉄道車両用腰掛の快適性を決定付ける重要な要素の1つとして腰掛形状があげられ、その形状は、正中ライン形状と横Rライン形状で表現することができる。正中ライン形状は腰掛の背もたれ頂部から座面先端までの左右中心の縦断面であり、横Rライン形状は腰掛の背もたれと座面を数ヶ所で切った横断面である。腰掛形状は着座する人の形状との適合をはかるため、最終安定形状で評価することが望ましいとされている。最終安定形状は、腰掛に人が着座したとき、最終的に落ち着いた形状である^{1)~3)}。

そこで、本開発では、既存の座り心地の評価が良い優等列車用腰掛形状から快適な最終安定形状（正中ライン形状と横Rライン形状）を提案し、この形状を適用して製作した試作腰掛について、官能評価により座り心地を検証した。本論文では、腰掛の快適な最終安定形状の提案に至るまでの過程、最終安定形状を適用した試作腰掛の製作、座り心地の官能評価の結果について述べる。

2. 最終安定形状の提案

2.1 正中ライン形状案の作成

腰掛の正中ライン形状の作成には、腰掛形状計測装置（図1）と形状検討用実験椅子（図2）を用いた。腰掛形状計測装置は、ひずみゲージを用いたテープ型センサを採用しており、これを腰掛の表面に沿わせることにより、腰掛形状を測定する装置である。形状検討用実験椅子は、座面9ユニット、背面21ユニット、リフター2台、油圧ジャッキ1台、アクチュエーター1台などで構成され、これらを可変させることで、腰掛の形状を自由に設定することができる装置である。

まず、既存腰掛の中で座り心地の評価が良い4種類の

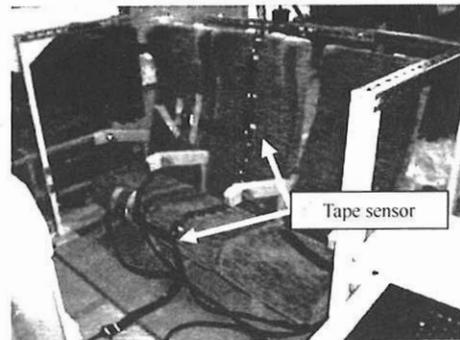


Fig.1 Seat form measuring device

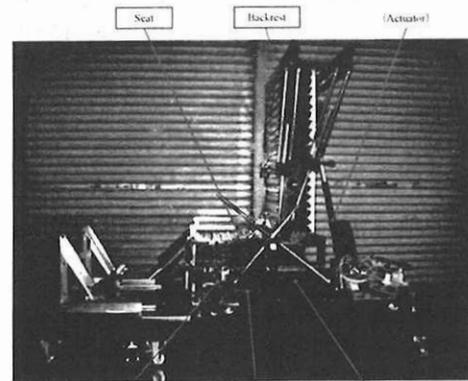


Fig.2 The experiment seat for form examination

腰掛の空席時の正中ライン形状を腰掛形状計測装置により測定した。既存腰掛は、営業車用腰掛の最新版である次期新在直通型新幹線車両E6系の量産先行車用腰掛(以下、E6系量産先行車腰掛と称す)、「鉄道車両用腰掛の快適性向上委員会(2006~2007年)」で得られた知見を基に製作した腰掛2種類⁴⁾、新幹線高速試験車FASTEC360Sの普通車用腰掛8種類の中で最も座り心地の評価が良かった腰掛を加えた4種類を選択した。次に得られた測定結果を形状検討用実験椅子で再現し、クッションのたわみ量の想定と接触程度の評価による修正を加えて、最終安定形状の正中ライン形状案を作成した。これに「鉄道車両用腰掛の快適性向上委員会(2006~2007年)」で得られた知見を基に開発した腰掛の設計形状⁴⁾を加えた5種類の形状を図3に示す正中ライン形状案とした。

2.2 官能評価による形状案の絞り込み

正中ライン形状案を形状検討用実験椅子で再現し、男女のさまざまな体格の鉄道関係者14名(男性10名、女性4名)を対象に官能評価試験を行った。評価姿勢は、読書姿勢と休息姿勢の2姿勢とした。読書姿勢は、リクライニング角度10°で頭を枕に預けない姿勢、休息姿勢はリクライニング角度25°で頭を枕に預ける姿勢とした。試験は、最初に1分間着座し、その後アンケート用紙にて回答してもらった。腰掛形状の評価は、単体での絶対評価(以下、単体評価と称す)とし、アンケート項目は、背もたれでは「肩」「腰」、座面では「おしり」「太もも」の接触程度のように腰掛形状を部分的に評価していき、最後に腰掛形状の座り心地を評価する構成とした。

5種類の試験結果のうち、座り心地の単体評価として、形状1と形状2があらゆる体格の方から良好な評価が得られたため、快適な正中ライン形状案としてこの2形状に絞り込むこととした。

2.3 横Rライン形状の作成

横Rライン形状は、横Rライン形状を考慮して製作した「鉄道車両用腰掛の快適性向上委員会(2006~2007年)」の腰掛⁴⁾の着座時の横Rライン形状を基に、形状検討用実験椅子に図4に示す左右形状検討用アダプタを取り付けて模擬した。横Rライン形状をあらゆる体格に適合させるためには、窮屈感を与えず、さらにサポート不足とならない形状とする必要があることから、模擬した横Rライン形状について、大柄な男性2名(181cm・90kg、170cm・90kg)と小柄な女性2名(149.7cm、153.4cm)で官能評価と修正を行い、両者を許容する形状に決定した。

2.4 一般被験者による官能評価

2.2項で絞り込んだ正中ライン形状の形状1と形状2、2.3項で得た横Rライン形状(形状1・2共通)を形状検討用実験椅子で再現し、一般被験者90名(男性45名、女性45名)による官能評価試験を実施し、それぞれの形状の良好な点と改良点の抽出を行うこととした。

座り心地の単体評価の結果、読書姿勢は、「良い+やや良い」合計の割合が、形状1は51%、形状2は55%であり、形状2の方がやや良い。休息姿勢は、「良い+やや良い」合計の割合が、形状1は50%、形状2は63%であり、形状2の方が良い。以上から、腰掛形状としては、形状2の方が形状1よりも良い評価となった。よって、快適な最終安定形状の候補は形状2とした。

形状2の改良点は3点あり、「腰の接触程度(上下方向)」が弱めと評価されているため強める方向に修正し、

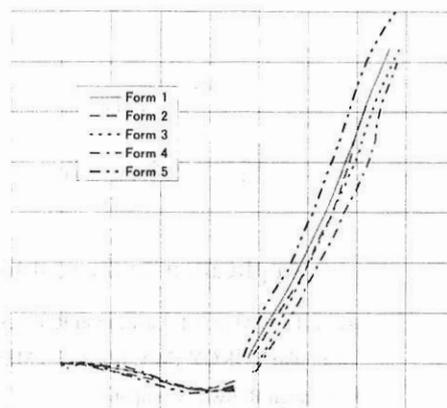


Fig.3 Midline form proposal

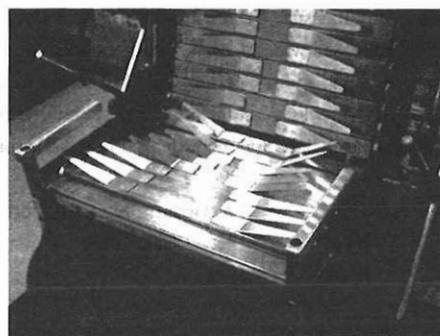


Fig.4 The adapter for right-and-left form examination

「おしりの接触程度(前後方向)」と「太ももの接触程度(前後方向)」が強めと評価されているため弱める方向に修正することとした。なお、改良点の抽出は、接触程度(上下・前後方向、左右方向)の評価結果を基に腰掛の部位・方向別に行っている。

2.5 最終安定形状の決定

2.4項で抽出した改良点に従って修正と官能評価を繰り返して、修正形状(以下、修正形状2と称す)を確定した。この形状に対し、男女のさまざまな体格の鉄道関係者11名を対象に官能評価試験を実施して修正の効果を検証した。

修正形状2の官能評価試験の座り心地の評価の結果から、11名中7名が修正後の形状の方が良いという評価となった。また、2.4項の一般被験者で形状2の休息姿勢における単体評価を「やや悪い」「悪い」は0名と評価した15名中9名(男5名、女4名)が身長165cm以上であったが、今回の試験で165cm以上の評価は、5名中4名が修正形状2の方が良いと評価した。よって、有効な修正が行われたと考える。以上から、修正形状2を快適な最終安定形状と決定した。図5に決定した快適な最終安定形状を示す。

3. 試作腰掛の製作

決定した快適な最終安定形状を実際の腰掛に適用するために、E6系量産先行車腰掛を基本とした試作腰掛を製作することとした。

試作腰掛の形状は、腰掛形状計測装置を用いて測定したE6系量産先行車腰掛の背もたれ、座面のたわみ量から試作腰掛のたわみ量を推定することにより決定した。図5にE6量産先行車腰掛の形状を示す。

試作腰掛の背もたれ形状(正中ライン形状)は、図 5(a)の⑤～⑨では、最終安定形状と E6 系量産先行車腰掛の着席形状(空席からのたわみ量 7mm)が一致するため、E6 系量産先行車腰掛の空席形状をそのまま採用した。①～④では、最終安定形状よりも E6 系先行量産車腰掛の着席形状の方が 3～4 mm 沈み込んでいるため、E6 系量産先行車腰掛の空席形状にクッションを 3mm 盛り付けた。⑩～⑮は変形しない領域であり、かつ、最終安定形状と E6 系量産先行車腰掛の着席形状が一致するため、E6 系量産先行車腰掛の空席形状をそのまま採用した。

試作腰掛の背もたれ形状(横 R ライン形状)は、中央部は E6 系量産先行車腰掛の形状を採用するが、両側の傾斜した部分は、最終安定形状を再現するために不足分のクッションを盛り付けた。

試作腰掛の座面形状(正中ライン形状)は、最終安定形状が E6 系量産先行車腰掛の着座時形状よりも上方にあるため、座面奥のクッションが厚く(座面の傾斜が浅く)なるように変更した。

試作腰掛の座面形状(横 R ライン形状)は、図 5(b)の③～⑥では、最終安定形状とはほぼ一致するため、E6 系量産先行車腰掛の形状を採用した。⑦、⑧では、両側の立ち上がり角度が異なるため、最終安定形状の 10° に変更した。①、②では、体感上の影響が少なく、③との連続性を考慮し、E6 系量産先行車腰掛の形状をそのまま採用した。

4. 試作腰掛の座り心地評価

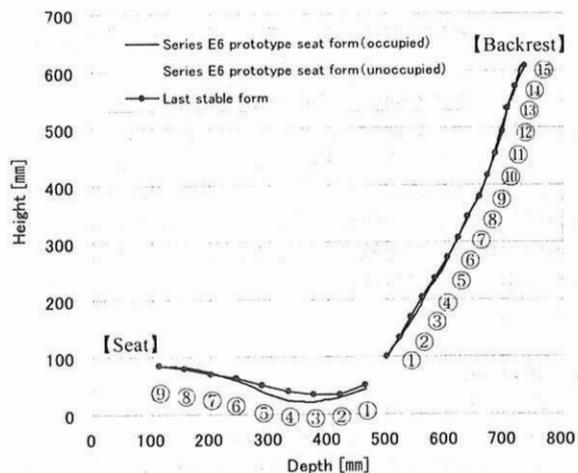
快適な最終安定形状を適用した試作腰掛の座り心地を評価するため、鉄道関係者 50 名(男性 41 名、女性 9 名)を対象に官能評価試験を行った。

被験者には腰掛の名称は伝えず、試作腰掛を A、E6 系量産先行車腰掛を B として評価してもらった。評価姿勢は 2.2 項と同様に読書姿勢と休息姿勢としたが、読書姿勢のリクライニング角度を 10° からより自然な姿勢となるよう 15° に変更している。これは、リクライニング 10° では、上体が起き、頭が下がる姿勢となることが懸念されたためである。

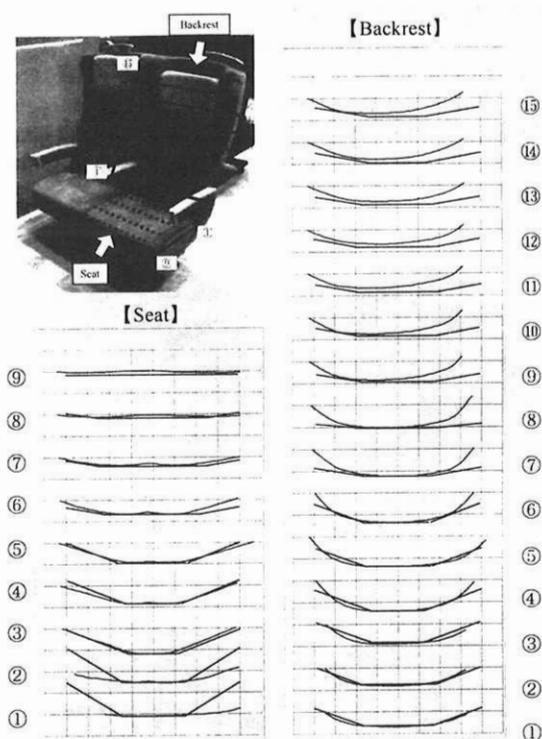
アンケート項目についても 2.2 項と同様としたが、今回は、試作腰掛と E6 系量産先行車腰掛の座り心地を直接比較した評価(以下、比較評価と称す)も行った。比較評価は A、B の腰掛両方に座った後に回答してもらった。

試作腰掛と E6 系量産先行車腰掛の座り心地の単体評価の結果を図 6、図 7 に示す。読書姿勢での座り心地の単体評価は、「良い+やや良い」合計の割合が、試作腰掛は 58%、E6 系量産先行車腰掛は 44% であり、試作腰掛の評価が 14 ポイント高い。休息姿勢での単体評価は、「良い+やや良い」合計の割合が、試作腰掛は 48%、E6 系量産先行車腰掛は 42% であり、大きな差はなかった。しかし、「悪い+やや悪い」合計の割合が、試作腰掛は 20%、E6 系量産先行車腰掛は 44% であり、試作腰掛の評価が 24 ポイント高い。座り心地の単体評価の結果では、E6 系量産先行車腰掛よりも試作腰掛の方が良い評価となった。

試作腰掛と E6 系量産先行車腰掛の座り心地の比較評価の結果を図 8、図 9 に示す。読書姿勢での座り心地の比較評価は、「良い+やや良い」合計の割合が、試作腰掛は 62%、E6 系量産先行車腰掛は 30% であり、試作腰掛の評価が 32 ポイント高い。休息姿勢での比較評価は、「良



(a) Midline form



(- Series E6 prototype seat form (occupied), Series E6 prototype seat form (unoccupied), - Last stable form)

(b) Cross section form

Fig.5 Comfortable last stable form and series E6 prototype seat form

い+やや良い」合計の割合が、試作腰掛は 54%、E6 系量産先行車腰掛は 32% であり、試作腰掛の評価が 22 ポイント高い。座り心地の比較評価の結果では、E6 系量産先行車腰掛よりも試作腰掛の方が良い評価となった。

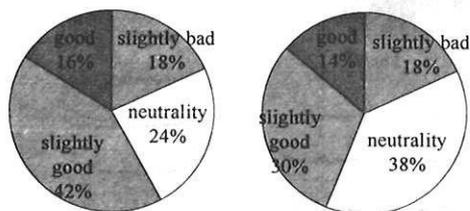
腰掛の部分的な評価において、特に両腰掛の差が表れた項目の代表例として、座面とおしりの接触程度(前後方向)の評価を図 10、図 11 に示す。読書姿勢は、「強い+やや強い」合計の割合が、試作腰掛は 16%、E6 系量産先行車腰掛は 34% であり、E6 系量産先行車腰掛の方が座面とおしりの接触程度(前後方向)を強く感じる傾

向が見られる。休息姿勢は、「強い+やや強い」合計の割合が、試作腰掛は20%、E6系量産先行車腰掛は32%であり、読書姿勢と同様にE6系量産先行車腰掛の方が座面とおしりの接触程度（前後方向）を強く感じる傾向が見られる。この結果は、E6系量産先行車腰掛の座面と比べ、試作腰掛の座面の正中ラインを上方に設定し、座面の傾斜を浅くした効果によるものと思われる。座り心地の単体評価および比較評価で、E6系量産先行車腰掛よりも試作腰掛の方が良い評価となった要因の一つと考える。

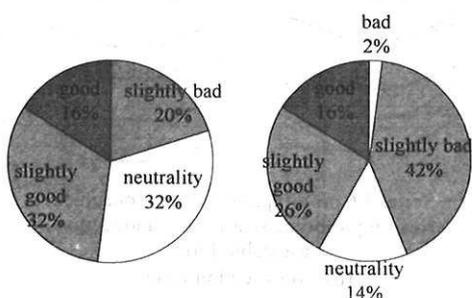
5. 終わりに

本開発の結果を以下にまとめる。

- (1)既存腰掛の中で座り心地の評価が良い4種類の腰掛の空席時の正中ライン形状を測定し、得られた測定結果に修正を加えて最終安定形状の正中ライン形状案を作成した。これに既存腰掛の設計形状1種類を加えた5種類の最終安定形状の評価による絞り込みと形状の修正により、快適な最終安定形状を提案した。
- (2)快適な最終安定形状を適用した試作腰掛を製作した。E6系量産先行車腰掛の正中ライン形状、横Rライン形状測定を行い、背もたれ、座面のたわみ量から試作腰掛のたわみ量を推定することで、試作腰掛の形状を決定した。



(a) Trial product (b) Series E6 prototype
Fig.6 Individual evaluation (Reading)



(a) Trial product (b) Series E6 prototype
Fig.7 Individual evaluation (Rest)

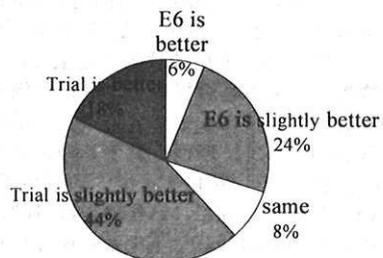


Fig.8 Comparative evaluation (Reading)

- (3)E6系量産先行車腰掛と試作腰掛の官能評価では、E6系量産先行車腰掛よりも試作腰掛の方が座り心地の単体評価、比較評価とも良い評価となり、快適な最終安定形状は腰掛に適用した際にも、座り心地の評価が良いことがわかった。

参考文献

- 1) 岡田直昭：車両用腰掛の構造・配置と快適性，日本機械学会誌 Vol.84, No.747, pp.190-195, 1981
- 2) 産業技術研究所：応用編 1 形態・動態適合性の評価 形態適合性の評価 1.5 椅子の適合性（山崎信寿），人間計測ハンドブック，pp.470-473, 2003
- 3) 自動車技術ハンドブック編集委員会：第4章 車体（ボディ設計），自動車技術ハンドブック 第3分冊設計（デザイン・ボディ）編，pp.89-90, 2005
- 4) 渡辺清一，橋本克史，横山義彦：快適な車両用腰掛の開発，JREA, Vol.51, No.10, pp.27-30, 2008

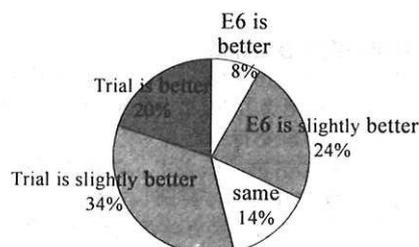
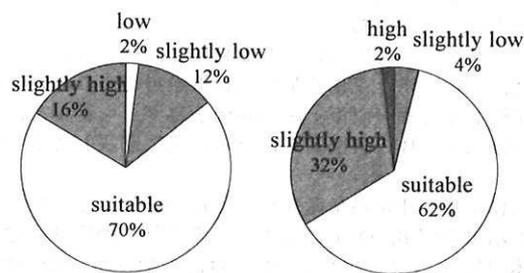
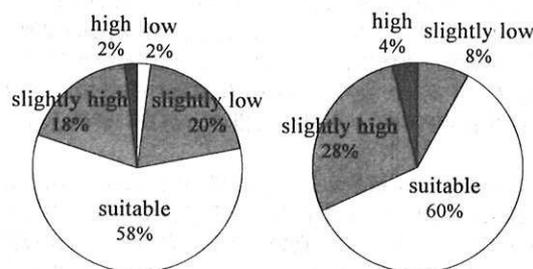


Fig.9 Comparative evaluation (Rest)



(a) Trial product (b) Series E6 prototype
Fig.10 Contact grade of a seat and the hips (Reading)



(a) Trial product (b) Series E6 prototype
Fig.11 Contact grade of a seat and the hips (Rest)