

快適な車両用腰掛の開発



玉槻 晃*



横山 義彦**



水口 昌彦***



長谷川 晋一*



島宗 亮平*

鉄道車両用腰掛について、快適な最終安定形状（正中ライン形状と横Rライン形状）を提案することを目的として、快適な車両用腰掛の開発を行った。まず、腰掛形状計測装置と形状検討用実験椅子を用いて、既存腰掛の中で座り心地の評価がよい腰掛の形状を測定し、その結果より最終安定形状の作成を行った。次に作成した最終安定形状の評価と修正を行い、快適な最終安定形状を提案した。さらにこの形状を反映した試作腰掛を製作し、座り心地の官能評価を行った。その結果、試作腰掛の方がE6系量産先行車腰掛よりもよい評価となり、快適な最終安定形状は腰掛に反映した際にも、座り心地の評価がよいことがわかった。

●キーワード：正中ライン形状、横Rライン形状、最終安定形状、官能評価

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、優等列車用腰掛の最終安定形状の作成と評価を行い、快適な最終安定形状を提案することを目的として、本開発を行った。本論文では、快適な最終安定形状の提案に至るまでの過程、この形状を反映した試作腰掛の製作、座り心地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よい4種類の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

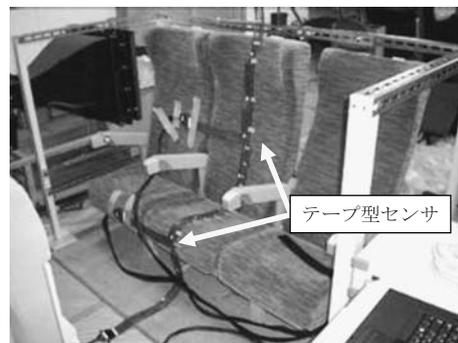


図1 腰掛形状計測装置

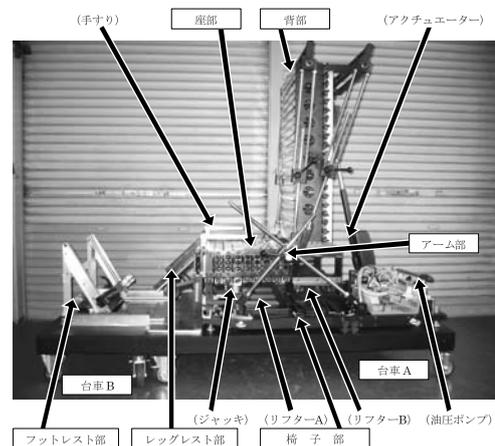


図2 形状検討用実験椅子

た。腰掛の最新版である次期新在直通型新幹線車両E6系の腰掛（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）」（以下、「腰掛の快適性向上委員会」と称す）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E954形式の普通車用腰掛の中で最も座り心地の評価がよかった2号車の腰掛を加えた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「腰掛の快適性向上委員会」で得られた知見を基に製作した腰掛^①の設計形状を加えた5種類の形状を図3に示す正中ライン形状案とした。

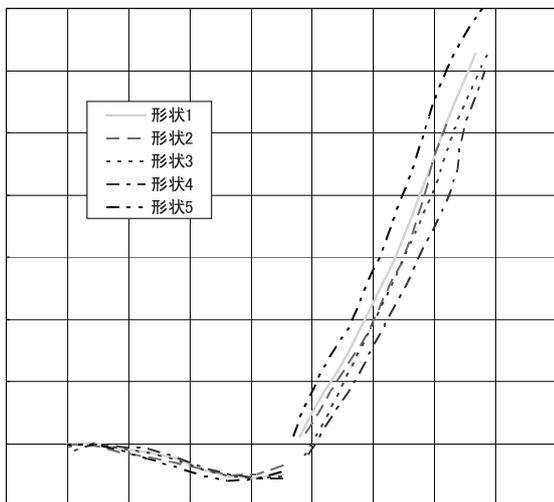


図3 正中ライン形状案

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。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を部分的に評価していき、最後に座り心地の総合評価を行う構成とした。

得られた試験結果のうち、座り心地の総合評価に着目したところ、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「腰掛の快適性向上委員会」の腰掛^①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。

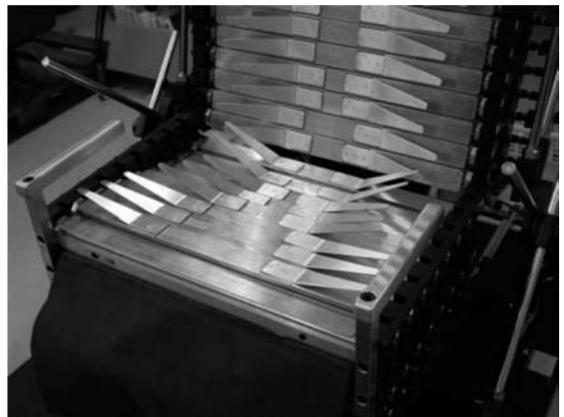


図4 左右形状検討用アダプタ

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。

総合評価の結果、読書姿勢は、「よい+ややよい」合計の割合が、形状1は51%、形状2は55%であり、形状2の方がややよい。休息姿勢は、「よい+ややよい」合計の割合が、形状1は50%、形状2は63%であり、形状2の方がよい。以上から、腰掛形状としては、形状2の方が形状1よりもよい評価となった。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、「腰の接触程度（上下方向）」が弱め、「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）」が強めの3点であった。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、確定した修正形状（以下、修正形状2と称す）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総合評価の結果から、11名中7名が修正後の形状の方がよいという評価となった。また、一般被験者で形状2の休息姿勢における総合評価を「やや悪い」（「悪い」は0名）と評価した15名中9名（男性5名、女性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の方がよいと評価した。よって、修正の効果が確認された。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反映するために、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し、決定した。図5にE6系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、E6系先行車腰掛の着席形状の方が最終安定形状よりも3～4mm沈み込んでいるため、E6系量産先行車腰掛の空席形状に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。

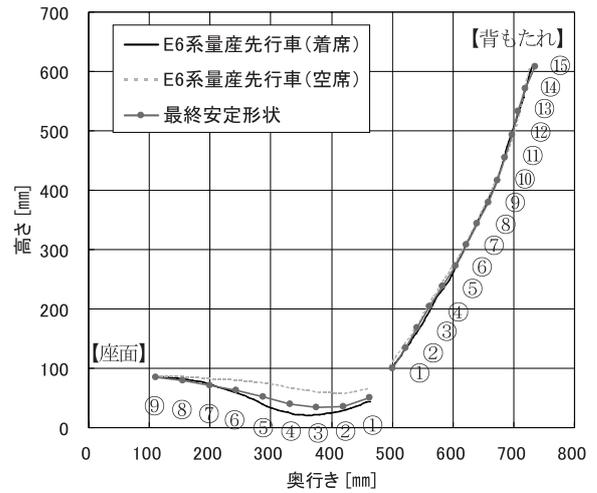
試作腰掛の座面形状（正中ライン形状）は、最終安定形状がE6系量産先行車腰掛の着座時形状よりも上方にあるため、座面奥のクッションが厚く（座面の傾斜が浅く）なるように変更した。

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。

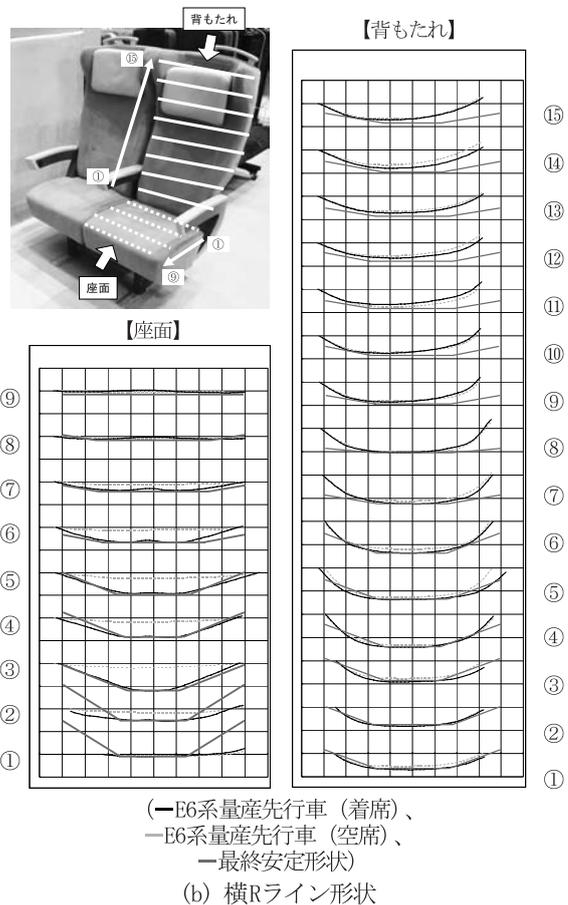
4. 試作腰掛の座り心地評価

快適な最終安定形状を反映した試作腰掛の座り心地を評価するために鉄道関係者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



(a) 正中ライン形状



(—E6系量産先行車(着席)、
- -E6系量産先行車(空席)、
—最終安定形状)

(b) 横Rライン形状

図5 快適な最終安定形状とE6系量産車腰掛形状

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の比較評価も行った。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系量産先行車腰掛をそれぞれ、腰掛単体を絶対評価した座り心地の総合評価を図6、図7に示す。読書姿勢での座り心地の総合評価では、「よい+ややよい」合計の割合では、試作腰掛が58%、E6系量産先行車腰掛が44%であり、試作腰掛の評価が14ポイント高い。休息姿勢での座り心地の総合評価では、「よい+ややよい」合計の割合では、試作腰掛が48%、E6系量産先行車腰掛が42%であり、大きな差はない。しかし、「悪い+やや悪い」合計の割合では、試作腰掛が20%、E6系量産先行車腰掛が44%であり、試作腰掛の評価が24ポイント高い。座り心地の総合評価の結果では、試作腰掛の方がE6系量産先行車腰掛よりもよい評価となった。

試作腰掛とE6系量産先行車腰掛を比較した評価を図8、図9に示す。読書姿勢での座り心地の比較評価では、「よい+ややよい」合計の割合では、試作腰掛が62%、E6系量産先行車腰掛が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では、「よい+ややよい」合計の割合では、試作腰掛が54%、E6系量産先行車腰掛が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、試作腰掛の方がE6系量産先行車腰掛よりもよい評価となった。

5. おわりに

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よい4種類の腰掛の空席時の正中ライン形状を測定し、得られた結果に修正を

加えて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種類を正中ライン形状案とした。また、横Rライン形状を考慮して製作した既存腰掛の着座時の横Rライン形状を基に、大柄な男性と小柄な女性に許容される横Rライン形状を決定した。これらの形状の評価と修正により、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反映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。
- (3)試作腰掛とE6系量産先行車腰掛の官能評価では、試作腰掛の方がE6系量産先行車腰掛よりも座り心地の総合評価、比較評価ともよい評価となり、快適な最終安定形状は腰掛に反映した際にも、座り心地の評価がよいことがわかった。

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 第84巻 第747号，pp190-195, 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，pp470-473, 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，pp89-90, 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, pp27-30, 2008.

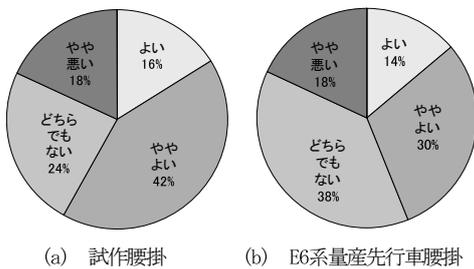


図6 総合評価 (読書姿勢)

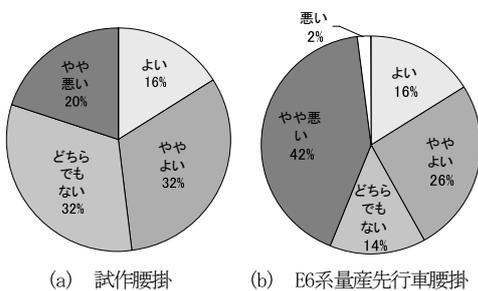
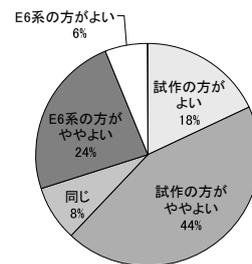
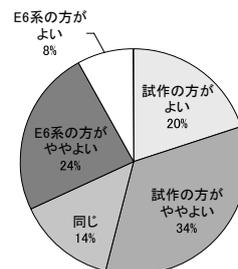


図7 総合評価 (休息姿勢)



(試作：試作腰掛、E6系：E6系量産先行車腰掛)

図8 比較評価 (読書姿勢)



(試作：試作腰掛、E6系：E6系量産先行車腰掛)

図9 比較評価 (休息姿勢)