

長時間乗車における鉄道車両用腰掛の快適性

人間科学研究部 人間工学
主任研究員 白戸宏明

1. はじめに

鉄道車両用腰掛の座り心地評価は、実際の乗車時間より短い時間で主観評価を中心に行なわれてきた。しかし、優等列車の旅客は長時間乗車の割合が多いが、短時間で行なわれている座り心地評価が長時間乗車の場合にも適用可能かどうかは検証されていない。そこで、時間経過と腰掛けの座り心地の関係について、車内快適性シミュレータおよび現車において長時間乗車を模擬した被験者試験を実施し、その結果に基づき長時間乗車における腰掛の座り心地評価手法について検討した。

2. 長時間乗車を模擬した座り心地試験

長時間乗車と座り心地評価の関係を検討するための試験は今まで実施されたことがない。そこで、先ず主観評価の項目、評価時の姿勢など試験の実施方法を検討し、関係者による予備試験を経て、一般被験者による車内快適性シミュレータおよび現車での試験を実施することとした。

2.1 試験方法の検討

腰掛けの座り心地評価については、1996年にチェックリストを用いて短時間で実施する方法を提案している¹⁾。長時間乗車の評価項目を検討するにあたり、このチェックリストで長時間着座の座り心地に影響すると考えられている13項目(図1)をはじめ、時間経過に伴い評価が変化すると考えられる「首の痛み」や「肩のこり」等身体8箇所の痛み・こり・むくみの症状、振動による疲労感、長時間着座の拘束感、座り心地、座り直し回数など多くの評価項目を選定し、これらの評価項目と時間経過との関係を検討することとした。回答項目が多いため予備試験により確認したところ、回答記入に要する時間は1回目は3分程度、2回目以降は1分程度であることから、5分毎に評価を記入してもらうこととした。

- ①座骨部を強く圧迫しないこと
- ②大腿部を強く圧迫しないこと
- ③座面に異物感がないこと
- ④枕で首が前傾しないこと
- ⑤枕で首が後傾しないこと
- ⑥腰が強く前湾しないこと
- ⑦腰が猫背にならないこと
- ⑧腰を強く圧迫しないこと
- ⑨肩を強く圧迫しないこと
- ⑩背もたれに異物感がないこと
- ⑪ひじ掛けが邪魔にならないこと
- ⑫ひじ掛けが利用できること
- ⑬足の置場が自由にとれること

図1 チェックリストで採用されている項目

試験時の姿勢条件は、1996年に提案した評価法で用いた、不要な動作を禁ずる読書時の姿勢である「基本姿勢」と、今回新たな姿勢として、腰掛けから立ち上がることやストレッチなどを禁ずる他は自由とする「自由姿勢」の2条件とした。試験は、走行振動や車内音を統制できる車両模擬環境として車内快適性シミュレータと現車で実施した。

2.2 試験の概要

車内快適性シミュレータ試験は、現車と同じ2人掛けの腰掛けA、腰掛けBの2種類を取付け

て試験を実施した。2種類の腰掛けは外観は似ているが、座面および背もたれ中央部の硬さが、腰掛けAが腰掛けBより30%程度硬く、座り心地に差があると思われるものを選んだ。シートピッチは、模擬客室寸法の制約から新幹線普通車で多く採用されている1,040mm（現車では1,100mm）とした。試験中は新幹線走行を模擬した振動を、乗り心地レベルで左右66dB、上下70dBとなるように加えた。また、予め現車で収録した車内音を模擬客室のスピーカーから、通路中央床面上1.2mで60dB(A)となるように再生した。試験時間は120分間で、「基本姿勢」による試験は2008年10月に60名の被験者で、「自由姿勢」による試験は2009年10月に59名の被験者で実施した。試験の様子を図2に示す。



図2 車内快適性シミュレータによる試験（「基本姿勢」条件の例）

現車試験は、2008年11月に腰掛けAと腰掛けBが同じ車両内に設置されている車両を用いて実施した。2人掛けと3人掛けの腰掛けを用いたが、被験者が隣り合って座ることによる座り心地への影響を避けるため、被験者の着席はA、C、E席とした。着座姿勢は途中に1時間の休憩をはさみ「自由姿勢」「基本姿勢」の順に実施し、試験時間は各姿勢条件160分間とした。回答方法は車内快適性シミュレータによる試験と同じとした。試験は同じ要領で2日間実施し、合計71名の被験者が参加した。

3. 試験結果

3.1 姿勢条件

「基本姿勢」条件では試験の最後まで姿勢を維持できない被験者が発生することをある程度想定していたが、車内快適性シミュレータ試験では60分で10%、最終的に23%、また現車試験では60分で40%、120分で67%、最終的に73%の被験者が姿勢の維持ができなかった。この割合は想定以上であり、長時間乗車時の腰掛けの座り心地評価には、時間経過により姿勢維持が困難となる「基本姿勢」よりも「自由姿勢」の方が適していると考えられる。

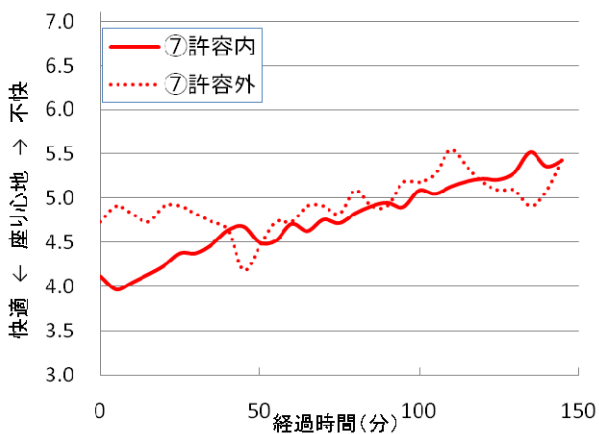
3.2 チェックリスト項目と座り心地評価の関係

着座時の疲労に関連すると考えられ、1996年に提案したチェックリストに採用されている評価項目についての回答は、許容範囲に収まっている（以下「許容内」）か許容範囲に収まっていない（以下「許容外」）かであるが、今回の供試腰掛けでは全体的に「許容外」とする回答数が少なく、最も「許容外」の回答数が多かったのは、現車試験時の項目⑩「背もたれに異物感がないこと」で、回答数12、割合は17%であった。また、車内快適性シミュレータ試験と現車試験の回答を比較すると、全般的に「許容内」「許容外」の回答割合が異なることや、「許容外」の回答数が多い項目が異なることなどから、熟練評価者が実施することを想定したチェックリスト項目の評価は、一般の被験者には少し難しかったのではないかと考えられる。

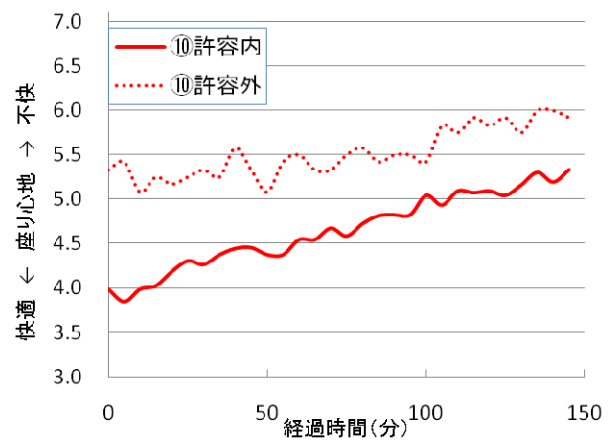
チェックリスト項目の評価と「座り心地」の関係を、「許容外」の回答数が一番多い現車試験時の項目⑩と2番目に多い項目⑦「腰が猫背にならないこと」について経過時間を横軸にして表

したものが図3である。図3(1)の項目⑦では、回答が「許容内」「許容外」の何れでも「座り心地」は、平均値の差の検定(t検定)では全ての範囲で有意差(P=5%)はみられない。一方、図3(2)の項目⑩では、経過時間55分までは有意差(P=5%)がみられ、「許容内」と回答した被験者の評価の方が快適側となっているが、それ以降は両者の回答の差は時間経過に伴い小さくなる傾向がみられ有意差もなくなっている。

全体的に「許容外」の回答数が少なく、統計処理には不向きなため、全てのチェックリスト項目と「座り心地」の関係は明らかではないが、図3から判断する限りでは、項目の回答が「許容内」「許容外」の何れでも「座り心地」は、時間経過に伴いに差がなくなる傾向がみられることから、1996年に提案した短時間で腰掛けの座り心地評価をするための項目の回答からは、長時間乗車時の座り心地を評価することはできないと考えられる。



(1) 項目⑦「腰が猫背にならないこと」の回答別にみた座り心地の推移



(2) 項目⑩「背もたれに異物感がないこと」の回答別にみた座り心地の推移

図3 チェックリスト項目と座り心地の関係

3.3 経過時間と座り心地の関係

車内快適性シミュレータ試験における経過時間と「座り心地」の関係を示したものが図4である。何れの条件でも経過時間に伴い座り心地が不快側になっていく傾向がみられた。

図4において平均値の差の検定(t検定)で有意差(P=5%)のある組み合わせは「男性腰掛A」と「男性腰掛B」のほぼ全ての範囲、「男性腰掛A」と「女性腰掛A」の45分まで、「男性腰掛A」と「女性腰掛B」の70分以降の3つである。

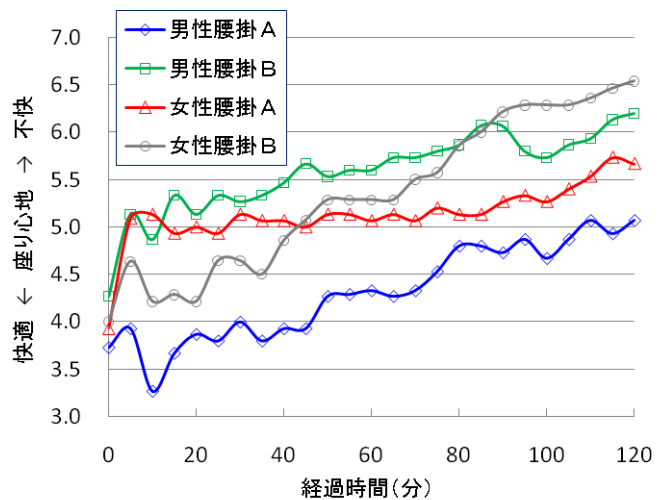


図4 車内快適性シミュレータ試験における経過時間と座り心地の関係

4. 長時間乗車の座り心地評価法の提案

図4において試験開始から15分経過までの初期変動を除くと、経過時間と座り心地評価は概ね直線的な関係にある。このような関係は、別の腰掛けによる試験でも確認されており、初期変動が収束すれば比較的短時間で長時間の座り心地を予測できる可能性がある。

例として、図4の15分～40分の結果を直線近似して補外した結果を図5に示す。図4と図5の120分経過時の結果を比較すると試験条件間の順位は合っており、概ね予測が合っているとみることができる。

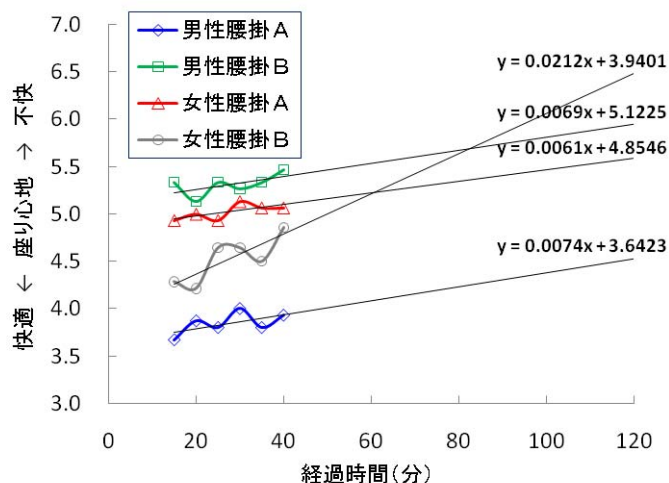


図5 15分～40分の結果を使用した予測

5. おわりに

長時間乗車における鉄道車両用腰掛の快適性について、車内快適性シミュレータと現車において長時間乗車を模擬した被験者試験を実施し、従来の評価項目の有効性、試験時の姿勢条件、経過時間と座り心地の関係、長時間乗車の座り心地評価手法などについて報告した。長時間乗車の腰掛の座り心地評価は、今まで確立された方法がなかったもので、今回提案した評価手法が少しでも役に立つことを期待している。

文献

- 1) 藤浪浩平、白戸宏明、中川千鶴、若林寿之：鉄道旅客用座席評価手法の開発、鉄道技術連合シンポジウム講演論文集(J-RAIL'96)、pp. 283-286、1996