

1 まえがき

良好な軌道状態を保つために、国鉄では、高速軌道検測車による軌道狂い測定のほか、営業列車の列車動揺加速度を測定している。この列車動揺加速度の測定では、加速度の大きいところを指摘してきたが、新しい評価法として、国鉄本社運輸局主管による「乗心地管理基準に関する研究委員会」において ISO-2631 を基本として等感覚曲線を使用し、区間乗心地レベルを求める方法が提案された。この評価法を具体的に検討するために、軌道用乗心地測定装置を試作し、各線区の乗心地レベルを実測し、これと軌道狂いとの関係解析を行った。この報告は乗心地レベルの実測結果と、この解析について報告するものである。

2. 試作した軌道用乗心地測定装置

試作した軌道用乗心地測定装置は、電気式加速度計を内蔵し、加速度計でピックアップされた信号を図1に示す等感覚曲線の逆数で重みづけし、乗心地レベルを計算処理する装置である。また、この装置は、特に軌道状態と乗心地レベルの位置関係の対応を正確に行うため、500 mごとにキロ程信号を入力し、500 m区間乗心地レベル、平均列車速度等の演算が行えるようにしてある。この装置のブロック図を図2に示した。測定作業は、装置を列車先頭台車上の床面におき、先頭運転台の測定員が地上のキロ標により、押ボタンで500 m信号を送ることで行う。

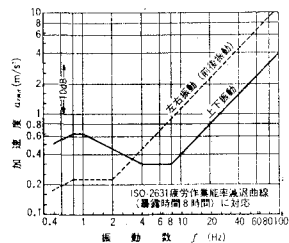


図-1 等感覚曲線

3. 乗心地レベルの測定結果

乗心地レベルの測定は、在来線特急、急行列車6個列車、近郊、通勤列車

4個列車、新幹線電車4個列車で行った。この測定により求められた500 m区間乗心地レベルを列車種別ごとに集計したものを表1に示す。

この表によると、上下乗心地レベルでは在来線特急電車で84.5 dBと新幹線電車より5 dB高く

通勤電車より3 dB程度低かった。左右乗心地レベルは、在来線特急と通勤電車は同程度であり、新幹線電車は7 dB程度低かった。標準偏差で見ると、上下、左右乗心地レベルでは、左右方向が大きく、左右レベルでは在来線特急電車が他の種別に比べ1.3倍程度大きかった。また、測定した乗心地と線区ごとに速度との関係も求め、その回歸直線を図3に示した。この図によると上下乗心地レベルでは、在来線通勤電車群が高く、次に在来線特急列車群があり、新幹線電車は速度が高い位置に

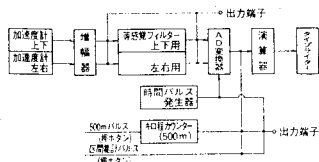


図-2 軌道用乗心地測定装置ブロック図

表 1 乗心地レベル集計表 単位: dB

項目 種別	上下動		左右動	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
在来特急電車	84.5	2.53	90.1	3.65
通勤列車	87.7	2.24	89.8	2.87
新幹線電車	79.3	2.34	83.3	2.78

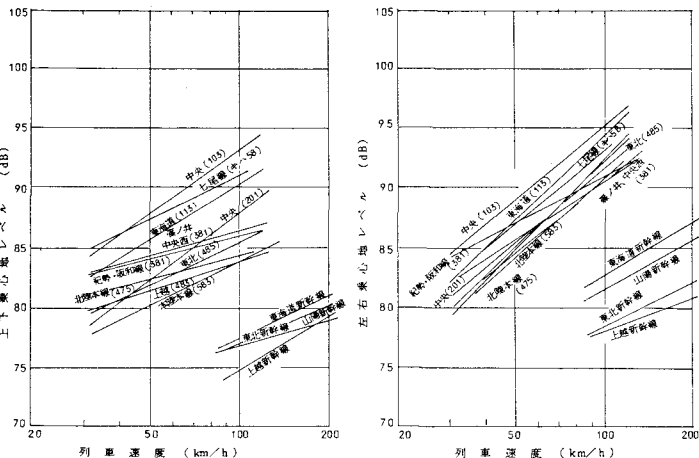


図 2. 乗心地レベルと速度の関係

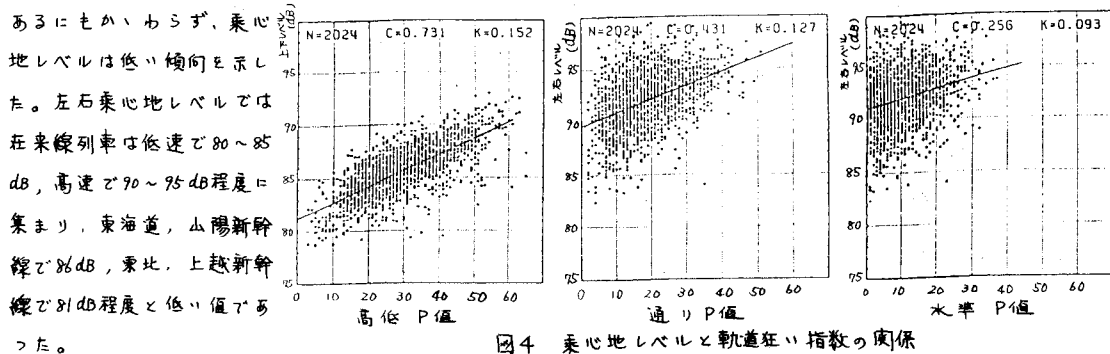


図4 乗心地レベルと軌道狂い指数の関係

4. 乗心地レベルと軌道狂い指数(P値)の関係解析

高速軌道検測車で測定した軌道狂いの区間評価として、3mm以上の狂いの発生百分率が軌道狂い指数(P)として使用されている。このP値と乗心地レベルの関係は在来線のデータに基づいて解析した。

まず、このデータの状況を明らかにするため、乗心地レベルに $20 \log(V/100)$ を加えることで、速度100%の場合の乗心地レベルに換算し、P値に対する回帰を求めた。

この分析の線区ごとの相関係数を表2に上下乗心地レベルと高低P値、表3に左右乗心地レベルと通り、水準P値の単相関係数として示し、その代表線区として東北本線での関係を図4に示した。これによると上下乗心地レベルではかなり高い相関を示したが、左右乗心地レベルでは相関が低かった。

そこで、次に説明変数に速度(V)を入れた重回帰分析を行った。上下乗心地レベル(L_T)と高低P値については、回帰式 $L_T = a \cdot P + \log V + C$ を用いた。その結果を表2に示す。これによると単相関の場合に比べ、さらに良い相関が得られた。

左右乗心地レベルでは、通りと水準狂いが関係すると考えられたが、通り、水準P値の向に内部相関が高かったため、説明変数に通りP値だけを用いるのが妥当と考えられた。そこで、これにより上下乗心地レベルの場合と同じ回帰式により分析した。その結果を表3に示す。

これにより上下乗心地レベルの場合と同じ程度の相関係数が得られた。この式を用い、線区ごとの最高速度による乗心地レベルをP値に対して求め図5に示した。この図によると、回帰直線は車両種別により可成り異なったものとなっている。

5. おまけ 以上の解析の結果、P値から見た軌道狂いと乗心地の関係が明らかにされ、その整備目標値の設定等に関する資料も得られたものと考ええる。

文献 1) 持永敬彦、堀川芳留「軌道用乗心地測定装置の試作とその測定結果」、鉄道技術研究所連報、No 82-1021、昭和57年10月

表2 上下乗心地レベルと高低P値分析係数表

項目 線名 列車形式	データ数	乗心地レベル、列車速度、高低P値の 重回帰分析			乗心地レベル、高低P値の 単相関係数	
		a	b	C	乗相関係数	単相関係数
東北本線 485系	2024	0.142**	14.8**	51.5	0.793	0.731
上越線 183系	976	0.165**	12.6**	53.8	0.816	0.790
中央西線 381系	518	0.198**	11.2**	57.5	0.867	0.838
総武線各駅停車 381系	688	0.156**	11.9**	58.0	0.643	0.534
北総本線 583系	749	0.131**	17.2**	47.5	0.725	0.675
——— 475系	408	0.166**	12.1**	57.0	0.833	0.818
東海道本線 113系	371	0.155**	16.8**	52.0	0.797	0.706
中央本線 103系	89	0.067**	18.6**	53.2	0.731	0.501
——— 201系	78	0.124**	22.8**	38.5	0.848	0.709
七尾線 585B	138	0.075**	11.5**	65.3	0.647	0.341

** t検定 1%未満で有意

表3 左右乗心地レベルと通りP値分析係数表

項目 線名 列車形式	データ数	乗心地レベル、列車速度、通りP値の 重回帰分析			乗心地レベル、通りP値の 単相関係数		乗心地レベル、水準P値の 単相関係数	
		a	b	C	乗相関係数	単相関係数	乗相関係数	単相関係数
東北本線 485系	2024	0.158**	29.3**	30.4	0.778	0.431	0.256	
上越線 183系	976	0.213**	33.7**	20.3	0.792	0.555	0.420	
中央西線 381系	518	0.149**	17.1**	52.8	0.696	0.593	0.536	
総武線各駅停車 381系	688	0.073**	21.5**	47.2	0.670	0.322	0.157	
北総本線 583系	749	0.225**	27.5**	32.7	0.733	0.551	0.438	
——— 475系	408	0.265**	28.7**	29.8	0.684	0.556	0.422	
東海道本線 113系	371	0.105**	27.1**	37.7	0.748	0.395	0.223	
中央本線 103系	89	0.080**	24.9**	43.2	0.711	0.431	0.208	
——— 201系	78	0.169**	26.1**	35.1	0.871	0.761	0.536	
七尾線 585B	138	0.090**	20.4**	50.1	0.740	0.374	0.316	

** t検定 1%未満で有意

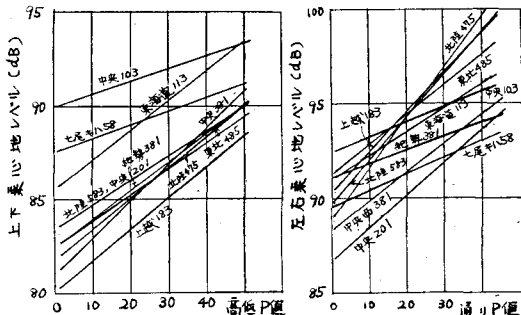


図5 乗心地レベルとP値の関係(区間最高速度)