

国鉄・鉄道技術研究所 正員○佐藤吉彦, 小林 悟

1. 概説 著者等はこの数年来、図-1に示すような車両モデルを用いて、乗心地の立場から定まる軌道高低狂いの整備目標値を検討してきた。その結果、乗心地に対するJanewayの限界Ⅱに対して、正矢法で測定した高低狂い記録の波長別定常Sine形状高低狂いに対する限度が図-2のように与えられることを報告した。しかし本来乗心地を論ずる場合は、その限度を越えたからと云って直ちに問題になるという性格のものではなく、統計的な現象であるから、上記の波長別限度を何等かの方法で総合して、軌道高低狂い記録に対する一定の限度として表現することが望ましい。以下この方法について検討した結果とこの限度の特性について概説する。

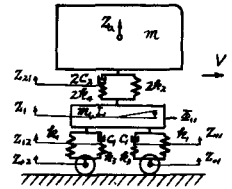


図-1 車両モデル

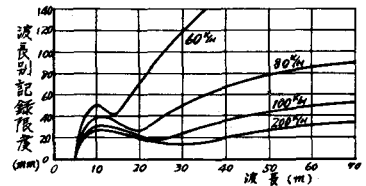


図-2 正矢記録上における高低狂いの波長別記録限度

2. 正矢法による高低狂い記録 高低狂いに対する総合的な限度は、いずれにしろ、高低狂い記録の波長別成分を考慮し、その含有程度に応じて限度を総合して求めることになるので、記録の際の高低狂いの検知性能が重要となる。この検知性能を走行速度別に検討した結果が、図-3の実線であり、これは破線で示した正矢法の検知性能に較べれば、実用上十分な程度に合致していると考えられる。この正矢法を用いて得られた記録は図-4のようなものである。この記録を用いて得られる自己相関関数を図示したのが図-5の破線で、このオ1およびオ2乗点とオ1最小点の平均値を通る近似自己相関関数を

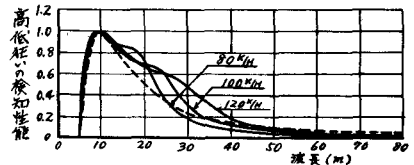


図-3 車両の乗心地から検知とされる高低狂いの検知性能

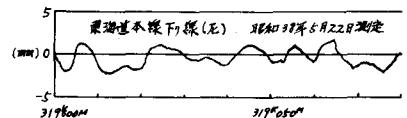


図-4 正矢法による高低狂い

$$\bar{c}_{xx} = e^{-\alpha|x|} \cos(\beta x + r) \quad (1)$$
と表わしたのが実線である。これを用いてパワースペクトラム  $P(\lambda)$  ( $\lambda$ -波長(m))を求めたのが図-6である。図中破線はデータから直接求めたもので、実線は近似自己相関関数から求めたものである。実線は標準偏差を表すから、これは直接解析結果と十分合致している。自己相関関数を(1)式のように考えることは、高低狂いがGauss分布である場合に、その振巾がRayleigh分布することを意味する。

3. 高低狂いの総合乗心地限度 高低狂いの総合限度  $A$  は、図-2に示す波長別限度において各波長別成

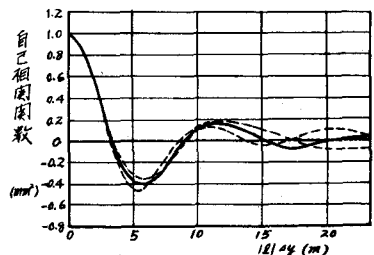


図-5 正矢法による高低狂い記録の自己相関関数

分が与えられる割合を考慮することによって定まるものと考えれば、この限度は

$$a_L = \sqrt{\int_{\lambda_1}^{\infty} P(\lambda) d(\lambda) / \int_{\lambda_1}^{\infty} P(\lambda) / g(\lambda) d(\lambda)} \quad (2)$$

と与えられる。この数値計算を行う際に、 $g_3(\lambda) = 0$  の尖を含むと  $a_L = 0$  となるので、この積分の下限  $\lambda_1$  に関する特性を求めたのが図-7 である。これによれば、 $a_L$  は  $\lambda_1$  に関して  $\lambda_1 = 5.0 \text{ m}$  のごく近傍を除けば、可成の範囲で安定していることがわかる。そこでこの  $1/\lambda_1$  を速度に対して  $a_L$  の極大値、この極大値に対して 95% までの値について図示したのが図-8 である。この図から、 $\lambda_1$  の値としては  $100 \text{ km/h}$  で  $a_L$  の極大値の 95% である  $1/\lambda_1 = 0.182$ 、すなわち  $\lambda_1 = 5.5 \text{ m}$  をとることとした。

これを用いて実際に総合限度  $a_L$  を速度に関して枕ばねだけの車両 ( $E_1 = 0$ ) と枕ばねと軸ばねの両方にダンパのある車両について計算したのが図-9 である。この図から、乗心地と高低狂いの波長特性と考えた高低狂いの総合限度は、速度の 1.1 乗に逆比例して減少し、 $E_1 = 0$  の場合には、 $100 \text{ km/h}$  の場合  $27 \text{ mm}$  (Janeway II の場合) が与えられる。また固有振動数  $\nu_1$  に対する特性を計算した結果は図-10 の如くで、固有振動数に逆比例して減少する。

この限度は従来極小尖と平均限度から推定した値  $22 \text{ mm}$  ( $100 \text{ km/h}$  Janeway II, 標準車両) に較べれば大きい値になったが、これは測定軌道高低狂いの波長成分によって、 $10 \text{ m}$  附近の波長別限度の極大尖が大きく評価されたためである。この総合限度の評価については、総合の方法についてなお検討の余地はあるが、実際の現象はこゝに述べた方法の方が従来方法より良く説明される。

### 文 献

- 1) 佐藤吉彦「軌道狂いの整備限度(予報) —乗心地による高低狂いの管理」土木学会第20回年次学術講演会、昭和40年5月。
- 2) 佐藤吉彦「乗心地の立場から見た軌道高低狂いの整備限度」鉄道技術研究報告第549号、昭和41年8月。

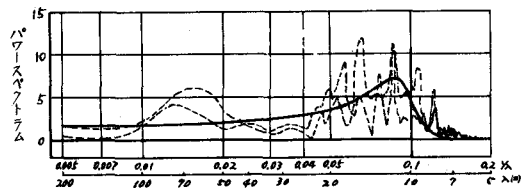


図-6 正矢法による高低狂いのパワースペクトラム

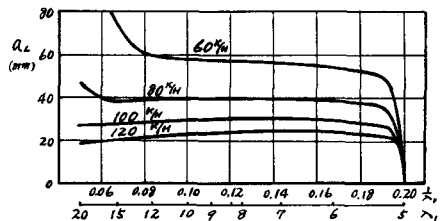


図-7 総合限度の積分下限に対する特性

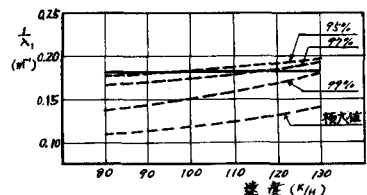


図-8 積分下限値の総合限度値および速度に対する特性

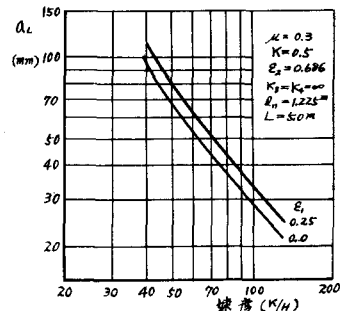


図-9 高低狂い総合限度の速度に対する特性

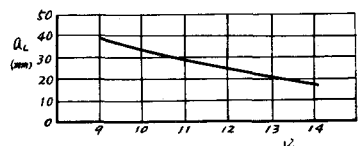


図-10 高低狂い限度のν<sub>1</sub>に対する特性