

IV-409

重畳波荷重による有道床軌道の沈下特性

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 武藤 功一

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 名村 明

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 堀池 高広

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 阿部 則次

1. はじめに

軌道に作用する荷重は、列車速度や種々の波長の軌道の不整等により様々な周波数特性を有しており、一定振幅以上の高周波荷重は道床粒子間の摩擦力を減じ、沈下量に大きな影響を及ぼすという試験結果が報告されている。本報告では、輪軸の通過により発生する低周波荷重と主として車両ばね下質量と軌道支持ばね係数の連成振動に起因する要因で発生する高周波荷重が重畳した際の有道床軌道の動特性を把握するため、実物大試験軌道において図1に示すような比較的低周波で振幅の大きい荷重と比較的高周波で振幅の小さい荷重を重畳させた繰返し載荷試験の結果について述べる。

2. 試験の概要

試験は、(財)鉄道総合技術研究所日野土木実験所構内の弾性路盤上有道床軌道(コンクリート路盤とバラストマットを含む)において表1に示す条件で約15万回の繰返し載荷試験を実施した。なお、軌道は軌きょう剛性による荷重分散と載荷点直下の浮きまぐらぎの発生を防ぐため、まぐらぎ2本で構成した。

3. 試験結果

繰返し載荷試験における重畳波荷重成分別の測

キーワード：有道床軌道、重畳波荷重

表1 試験条件

基本波(周波数: 7Hz)	計画軸重 (kN)	実測軸重 (kN)	周波数 (Hz)	重畳波	
				計画軸重 (kN)	実測軸重 (kN)
120±60	122.3 ± 58.8	---	---	---	---
120±48	117.6 ± 57.5	---	49	±12 ± 5.7 (9.1%)	---
120±42	120.1 ± 47.7	---	---	±18 ± 10.3 (17.8%)	---
120±36	120.2 ± 41.1	---	---	±24 ± 14.3 (25.8%)	---
120±60	122.8 ± 60.7	---	---	---	---
120±48	119.2 ± 51.0	---	56	±12 ± 6.9 (11.8%)	---
120±42	117.5 ± 47.3	---	---	±18 ± 8.0 (14.4%)	---
120±36	123.7 ± 49.7	---	---	±24 ± 10.1 (16.9%)	---
120±60	119.5 ± 58.3	---	---	---	---
120±48	119.6 ± 49.3	---	63	±12 ± 7.9 (13.8%)	---
120±42	123.9 ± 45.3	---	---	±18 ± 12.6 (21.8%)	---
120±36	122.8 ± 37.8	---	---	±24 ± 17.8 (32.0%)	---
120±60	115.9 ± 56.8	---	---	---	---
120±48	119.7 ± 48.7	---	70	±12 ± 6.3 (11.5%)	---
120±42	128.7 ± 45.4	---	---	±18 ± 12.8 (22.0%)	---
120±36	110.2 ± 31.2	---	---	±24 ± 18.6 (37.4%)	---

()内は合成波の軸重振幅に対する割合

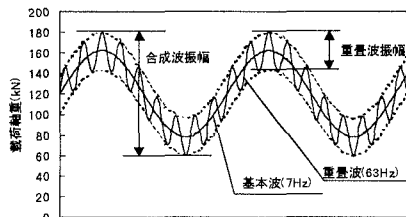
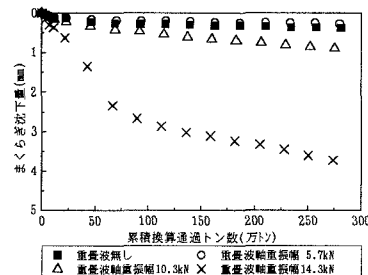
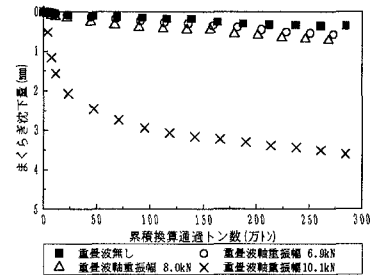


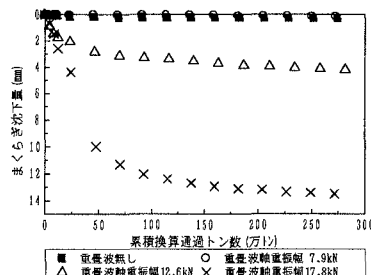
図1 重畳波荷重の波形モデル



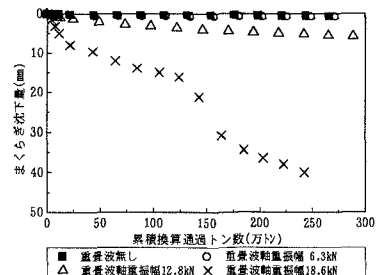
(49Hz)



(56Hz)



(63Hz)



(70Hz)

図2 まぐらぎ沈下量

定結果を図2に示す。なお、合成波の軸重を一定として試験を実施する計画であったが、試験機の性能から実測荷重にばらつきが生じたため、図のx軸は最大荷重と基本波繰返し数の積を累積換算通過トン数で示した。

4. 考 察

漸進的沈下過程における軌道沈下進み係数 β を表2に示す。

これより、 β は重畳波成分の軸重および周波数に対して指数的に増加する傾向にあることが明らかになった。そこで、 β について重畳波成分の軸重振幅および周波数により重回帰を行い、合成波軸重の振幅が約60kNにおける回帰式(1)を得た。

$$\beta = 10^{(0.01W + 0.03f - 1.32)} \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 β ：換算通過トン数当たりの
沈下進み($\times 10^{-8}$ mm/通トン)

W：重畳波軸重振幅(kN)

f：重畳波周波数(Hz)

表2 軌道沈下進み係数 β

合成波 軸重振幅(kN)	重畳波成分 周波数(Hz)	重畳波成分 軸重振幅(kN)	β ($\times 10^{-8}$ mm/通トン)
58.8	49	0.0	5.3
63.2		5.7 (9.1%)	5.0
58.0		10.3 (17.8%)	23.6
55.4		14.3 (25.8%)	5.9
60.7	56	0.0	12.2
57.9		6.9 (11.8%)	19.8
55.3		8.0 (14.4%)	20.1
59.8		10.1 (16.9%)	39.4
58.3	63	0.0	4.7
57.2		7.9 (13.8%)	4.7
57.9		12.6 (21.8%)	56.3
55.6		17.8 (32.0%)	18.9
56.8	70	0.0	9.5
55.0		6.3 (11.5%)	15.1
58.2		12.8 (22.0%)	138.1
49.8		18.6 (37.4%)	686.7

()内は合成波の軸重振幅に対する割合

上記(1)式より、合成波軸重振幅60kN、基本波周波数7Hz、
重畳波周波数49～70Hzの荷重を載荷した場合の β の予測値を求め、図3に示す。

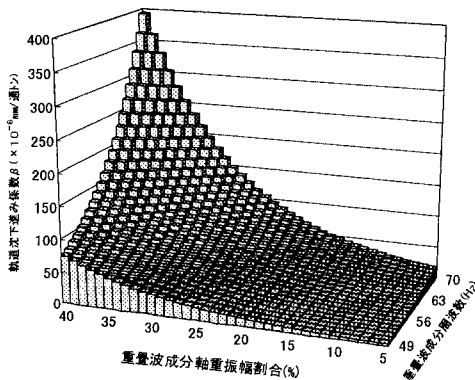


図3 軌道沈下進み係数の予測値
(合成波軸重振幅60kN)

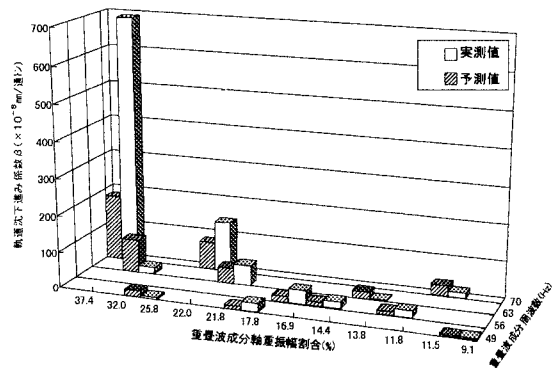


図4 回帰式の整合性

しかし、試験結果から得た β と回帰式(1)から予測した β を比較すると、図4に示すように、重畳波成分の周波数が高く、軸重振幅が大きい条件で実測値と予測値に大きな誤差がみられる。これは、重畳波成分が周波数70Hz、軸重振幅37.4%とした際に試験軌道が共振し、異常沈下が生じたことに影響していると考えられる。

5. まとめ

弾性路盤上有道床軌道において、各種重畳波成分の荷重により繰返し載荷試験を行った結果、合成波の軸重振幅が約60kNで重畳波成分の周波数が49～70Hzの範囲では、重畳波成分の軸重振幅および周波数が増加するほど沈下進み係数 β が指数的に大きくなることが明らかになった。しかし、データ数が少ないことや異常沈下等の要因から β の予測としては精度がまだ低いため、今後も引き続き試験を実施し、 β の予測精度を高める必要がある。また、本試験の中で測定した各部位の振動特性等についても解析し、有道床軌道の動的特性の深度化を図る予定である。