## マルチアクチュエータ方式移動載荷試験装置を用いたバラスト軌道の模型試験

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 村本勝己 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 関根悦夫

## 1 はじめに

一定輪重がレール上を移動した結果としてまくらぎに正弦波的 な応答荷重が生じる移動載荷と,まくらぎ上に載荷点を固定して正 弦波荷重を載荷する定点載荷とを比較した場合,レール圧力波形 が両者とも同じであったとしても, 軌道・路盤の沈下は移動載荷の 方が大きくなることがわかっている1). 例えば, 図1は定点載荷と移 動載荷によって,軌道模型の沈下にどの程度の差が生じるのかを 示したものであるが,移動載荷試験における沈下速度は,定点載 荷試験よりも大きいことがわかる.この原因は主に以下の2つによる と考えられる.

- ① 定点載荷では,道床,路盤の主応力の大き さは変化するが方向は一定のままである.移 動載荷では荷重の移動に伴って主応力の大 きさだけでなく方向も変化する. バラストや土 などの粒状体は、その塑性変形の進行に主 応力方向回転の影響が大きい2).
- 定点載荷の初期には載荷点直下のバラスト や路盤の塑性変形が卓越するが,すぐに荷 重分担が低下し塑性変形の進行が少なくな るが,移動載荷は荷重支持条件が変化しに くいため、塑性変形が継続する.

筆者らは、これまで軌道模型上に一軸の載荷車輪 を往復させることで移動載荷を行う、「車輪式移動載 荷試験装置|を用いて,移動荷重とバラスト軌道の塑

0.0 定点載荷 (軌道上) 0.2 04 Ê 0.6 定点載荷(まくらぎ1本のみ) ■ 0.8 上 . 1.0 1.2 移動載荷 60 80 100 120 140 160 180 繰返し載荷回数(回)





性変形について検討してきた.しかしながら,車輪式の載荷装置では検討が困難な問題もあるため,レール上に並列に配 置した複数のアクチュエータを用いて列車荷重を再現する方式についても同時に検討および開発を行ってきた.今回は, 筆者らが開発したマルチアクチュエータ方式移動載荷試験装置(以下 MOSCCOM: Moving-load Simulator with

## 2 移動載荷試験装置の概要

MOSCCOM は,写真1に示すように,16 基のアクチュエ ータ、土槽および制御用のインバータとで構成される.アク チュエータは、従来の集中油圧源+サーボ弁制御による油 圧装置ではなく、エネルギー効率の高い DDVC(Direct Drive



キーワード:移動荷重,バラスト軌道,軌道沈下,列車荷重,軌道力学 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38

FAX:042-573-7413 TEL:042-573-7276

Volume Control)アクチュエータを用いている.このア クチュエータにサスペンション式荷重制御機構を組 合せ,16 基のアクチュエータすべてをリアルタイムフ ィードバック制御することによって,相互干渉すること なく任意の荷重を軌道に対して載荷することができ る.なお,模型の標準縮尺は1/5である.

マルチアクチュエータ方式によって再現される移 動荷重の基本的な概念を図2に示す.この図は、① ~④のアクチュエータによって一定輪重が等速度で 移動するケースを模擬したものであるが、各アクチュ エータの基本波形は三角波であり、それぞれ位相が 1/2 ずれている.すなわち、一つの輪重を基本的に

2 基のアクチュエータの荷重波形の総和で表現することになり、この振幅および周期を任意にコントロールすることで、様々な列車荷重を再現することが可能である。例えば、図3に示すのは10両編成の列車走行を 模擬した載荷試験における軌道模型の応答であり、必要に応じて所定の軸重のみを増減させることも可能である。

## 3 バラスト軌道模型の載荷試験

今回は、塑性変形がほとんど生じない路盤上のバラスト軌道にお いて、列車の走行方向の軌道沈下への影響を検討するために、表 1に示す試験条件で載荷試験を行った.載荷軸数は単軸を想定し、 載荷途中で往復→片道→片道(逆方向)→往復と1000回ごとに載 荷方向を切替えて、合計4000回の載荷を行った.

図4に,模型中心付近のまくらぎ(7~9 番まくらぎ)で測定された 仮想車輪位置に対する各まくらぎの荷重及び変位波形を示す.模型中心の仮想車輪位置 840mm 付近において,8 番まくらぎの応答 荷重は最大となるが,その時点でも,両隣の7番および9番まくらぎ も同程度の荷重を負担している.したがって,8 番まくらぎの荷重分 担率は7番や9番のまくらぎに比べて小さいが,変位は8番まくらぎが 最も大きくなっていることから,8番まくらぎの支持剛性が7番や9番に 対して相対的に小さいということがわかる.

図5は、7~9番まくらぎの平均沈下曲線であるが、途中で移動方向が 変わっても、沈下曲線の形状には有意な変曲点が見られなかった。した がって、路盤が塑性変形しない軌道においては、バラスト軌道の沈下に 走行方向の影響はほとんどないと考えられる。





模型縮尺	1/5	
模型軌道延長	1680mm (ま	くらぎ本数 15 本)
設定軸重	3kN	
載荷軸数	単軸	
荷重移動速度	1200mm/sec	
	0~1000回	往復走行
載荷条件	1000~2000 回	片道走行(順方向)
	2000~3000回	片道走行(逆方向)
	3000~4000 回	往復走行





参考文献:1)「軌道模型の繰返し載荷試験における載荷方法の影響」, 村本,関根,桃谷,第56回年次学術講演会概要集 3-A, pp.434-435,

2001, 土木学会. 2)「繰返し載荷による砂の変形特性に与える主応力軸の回転の影響」, 桃谷, 関根, 渡辺他, 第40回地 盤工学研究発表会(投稿中), 2005, 地盤工学会.

-290-