

道床バラスト厚さをパラメータとする実物大軌道載荷試験

四国旅客鉄道株式会社 正会員 ○泉 英治

財団法人鉄道総合技術研究所 正会員 古川 敦

1. 目的

バラスト軌道では、一般に道床バラスト層が厚いほど軌道沈下抑制に対し有利であると考えられているが、最近の研究によれば、軌道沈下量の極大値を与える厚さの存在が指摘されている^{1),2)}。このような背景から、実物大軌道を用いた繰り返し載荷試験を行い、道床バラストの厚さと軌道沈下量との関係を確認した。

2. 載荷試験の概要

載荷試験は、道床バラストの厚さ、載荷荷重、路盤剛性、まくらぎ種類（狭軌／標準軌／狭軌弾性）を主たるパラメータとして実施した。実物大軌道の供試体を図1に、試験パラメータを表1に示す。表1のうち路盤剛性の硬／軟はバラスト層下のゴムマットの有無で調整した。ゴムマット有りにおける路盤の K_{30} 相当値を別途FEM解析で求めたところ、 18.3MN/m^3 であった。ゴムマット無しの場合はアスファルト路盤を想定している。

載荷周波数は10Hz、載荷回数は30万回を基本としたが、路盤の剛性が低い試験条件ではまくらぎにあおりが生じるケースがあったので、この場合は周波数、載荷回数を制限した。載荷荷重はまくらぎ1本あたりの最大荷重で、最小荷重は10kNである。

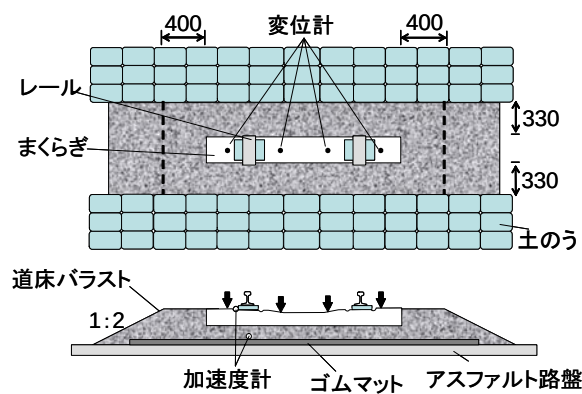


図1 実物大軌道供試体

表1 試験条件

まくらぎ種類	道床厚 [mm]	路盤剛性	載荷荷重 [kN]
3号P C (狭軌)	150	硬, 軟	50, 100, 150
3号P C (狭軌)	200	硬, 軟	50, 100, 150
3号P C (狭軌)	250	硬, 軟	50, 100, 150
3号P C (狭軌)	300	硬	50, 100, 150
在来線用標準軌P C	250	硬	50, 100
弾性まくらぎ (狭軌)	250	硬	50

3. 試験結果

3.1 載荷回数と軌道沈下量の関係

載荷回数とまくらぎ沈下量（4測点平均）との関係の例を図2に示す。載荷回数10万回程度まではまくらぎ沈下は急速に進むが、それ以降、30万回までは漸進的に進展する。載荷回数10万回以降では、累積沈下量は載荷回数に比例すると考えられることから、この比例定数 β を図2の傾きと定義して求めた結果を図3に示す。載荷回数10万回以降の β はほぼ一定であり、載荷荷重が大きいほど β も大きくなることわかる。

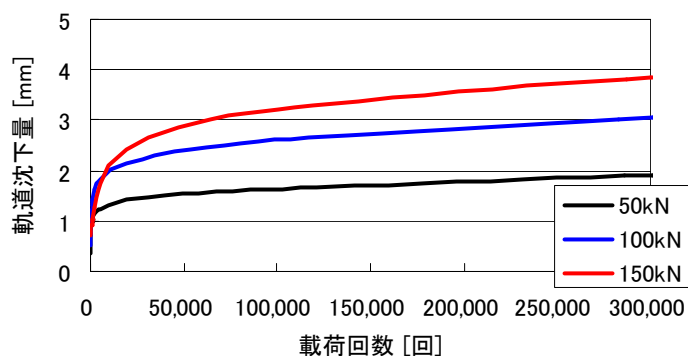
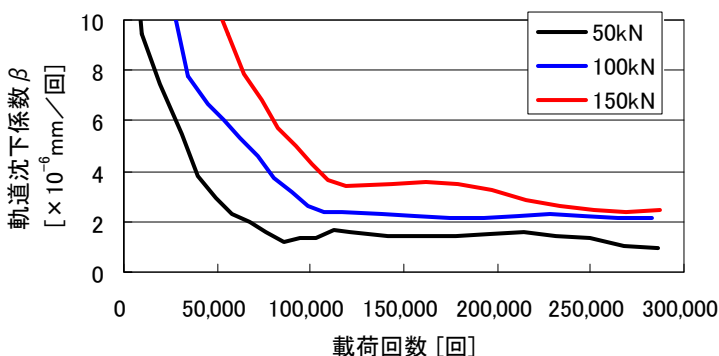


図2 載荷回数と軌道沈下量との関係の例

(狭軌, 路盤硬, バラスト厚さ 200mm)

図3 載荷回数と β との関係

(狭軌, 路盤硬, バラスト厚さ 200mm)

キーワード 実物大軌道, 繰り返し載荷試験, バラスト厚さ, 軌道沈下

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所軌道技術研究部(軌道管理) TEL042-573-7277

3.2 道床バラストの厚さと β との関係

図3で求めた β の, 載荷回数 15 万～30 万回における平均値と道床バラスト厚との関係を図4, 図5に示す.

図4は路盤硬・狭軌の条件による結果で, 載荷荷重の大きさにかかわらず道床バラスト厚 250mm で β が極大となる. すなわち, 他の条件が等しければ, 厚さ 250mm の場合に軌道の沈下が最も速いことになる.

図5は, 載荷荷重 50kN の条件で, 路盤硬・軟の比較をしたものである. 路盤軟の場合は路盤硬の場合と比較して β が 3～10 倍ほど大きくなる. また, 道床バラスト厚 200mm で沈下量が極大となる.

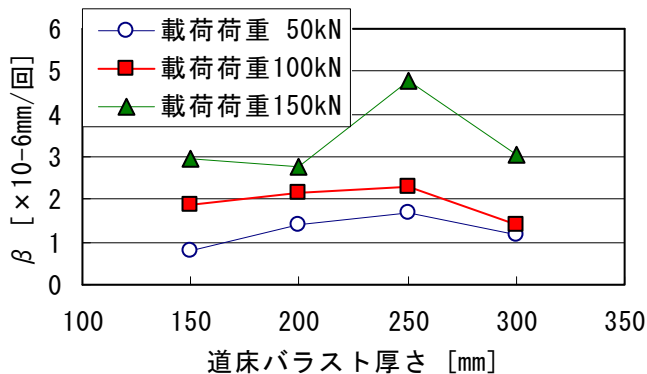


図4 道床バラスト厚さと β との関係 (1)

(狭軌, 路盤硬)

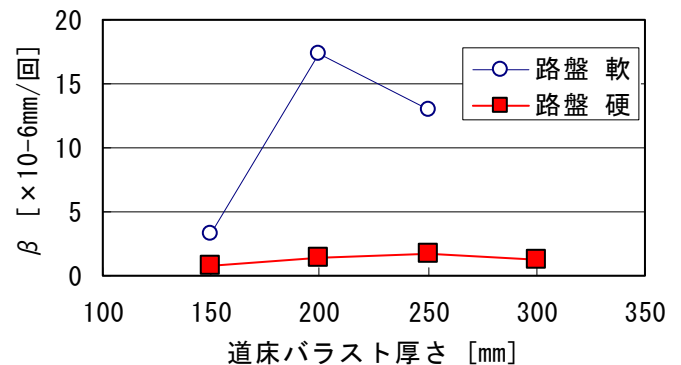


図5 道床バラスト厚さと β との関係 (2)

(狭軌, 載荷荷重 50kN)

3.3 軌道の振動加速度と β との関係

道床バラストの厚さは軌道の振動特性に影響を与えると考えられることから, まくらぎ・路盤面の振動加速度と β との関係を整理した. 結果を図6に示す. 路盤軟・道床厚 150mm (図中の+)を除いては, 路盤面振動加速度と β に相関があることがわかる. したがって軌道各部の物性値を用いて, 車両通過時に路盤面に発生する加速度が算定できれば, 軌道の沈下量を精度良く推定できると考えられる.

また, 路盤面振動加速度が同程度であっても路盤硬・道床厚 250mm (図中の×)は β がやや大きい. 一方, 路盤硬・PC まくらぎの条件だけで見た場合, β はまくらぎ振動加速度との相関がより高い. これらのことから路盤が剛であれば, 道床バラスト層の厚さの違いによる振動伝達特性の違いが, 軌道の漸進的な沈下の速さに影響している可能性が示唆される.

4. おわりに

今回の試験を通じて, 締結装置～まくらぎ～道床バラスト～路盤からなる系の振動特性が軌道沈下に大きく影響することが確認された. したがって, 軌道各部の物性値を用いて振動特性を精度良く特定することが, バラスト軌道の設計には重要と考えられる.

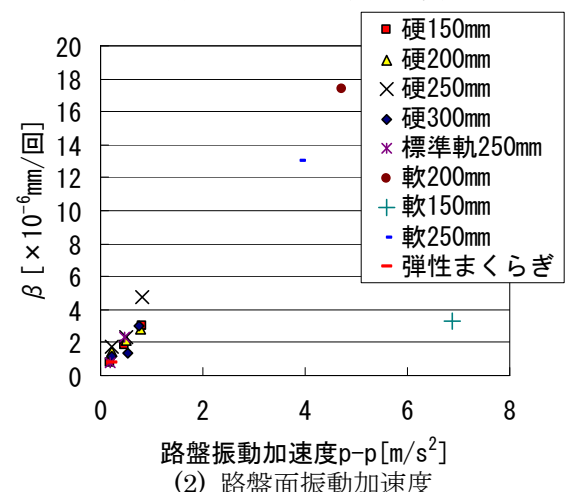
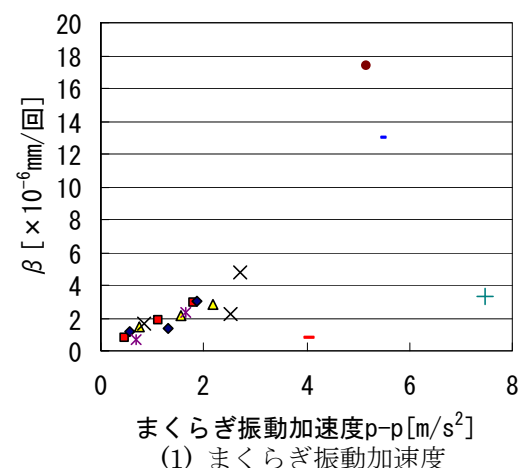


図6 軌道の振動加速度と β の関係

参考文献

- 1) 関根悦夫, 石川達也, 河野昭子: 道床バラストの繰返し塑性変形に及ぼす道床厚さの影響, 鉄道総研報告, Vol. 19, No. 2, 2005. 2.
- 2) 桶谷栄一, 古川敦: 道床厚が軌道沈下量に及ぼす影響について, 土木学会第 62 回年次講演会, 2007. 9.