

# 2406 道床沈下特性に及ぼすまくらぎ形状の影響

## Effect of Sleeper Size on Deformation Properties of Railway Ballast

正 [土] ○名村 明 (鉄道総研) 正 [土] 木幡 行宏 (室蘭工大)

正 [土] 三浦 清一 (北海道大)

Akira NAMURA, Railway Technical Research Institute. 2-8-38, Hikari-cho, Kokubunji City  
Yukihiro KOHATA, Muroran Institute of Technology  
Seiichi MIURA, Hokkaido Univ.

The deformation properties of railway ballast under cyclic loading revealed by full-scale model tests are discussed. A series of cyclic loading tests were performed by using various sleepers with different lengths and heights. It is found that the differential settlement of sleeper is larger when the sleeper length is smaller.

*Keyword*: railway ballast, sleeper size, deformation property, settlement property

### 1. はじめに

有道床軌道におけるまくらぎには、列車荷重を広く分散して道床に伝えるという重要な役割があるが、まくらぎの形状の影響については岡部らの研究<sup>1,2,3)</sup>以後これまでに十分には検討されてこなかった。本報告では、高架橋等の剛性路盤上有道床軌道の繰返し荷重による軌道沈下を抑制する方策を見出すことを目的として、実物大模型軌道におけるまくらぎ長さおよび高さを変えた条件での一連の繰返し載荷試験を行い、道床バラストの繰返し変形特性に及ぼす影響を検討した。

### 2. 試験概要

表 1 に示す形状のガラス繊維強化硬質発泡ウレタン製の合成まくらぎを製作した。ただし、合成まくらぎのヤング率がコンクリートまくらぎの約 1/3 であるので、PC まくらぎ 3 号と曲げ剛性がほぼ一致するのは、合成まくらぎのまくらぎ高さが 260mm の場合である。

試験軌道の横断面を図 1 に示す。まくらぎ長さ  $l=2600\text{mm}$  のまくらぎに

表 1 試験用まくらぎ寸法 (mm)

幅	高さ $h_s$	長さ $l$
240	130	2000
	195	
	260	
	130	2300
	195	
	260	
	130	2600
	195	
	260	

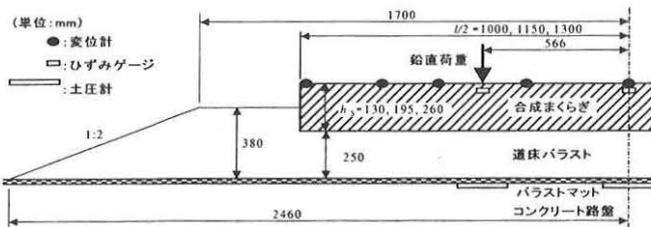


図 1 試験軌道

おいても道床肩幅 400mm を確保できるような軌道中心から道床肩までの幅を 1700mm としている。また、まくらぎ下面から上にある道床バラストによる上載荷重を同じにするために、道床部上面までの高さはまくらぎ高さ  $h_s=130\text{mm}$  のまくらぎ上面と同じ高さとなるようにしている。道床部の作製は実際の保守作業と同様に以下のような手順で行った。まず、所定の断面に近い形に道床バラストをかき均し、プレートコンパクタで締め固めを行い、まくらぎを配置した。その後、タイタンパによるレール直下のまくらぎ下道床部の突固め、およびプレートコンパクタによる道床肩部の締め固め等の軌道整備を行った。なお、各試験開始前には以上の軌道整備を行い、前回の試験の影響が残らないように配慮した。試験に用いた道床バラストは、山梨県大月市で産出された安山岩の砕石であり、気乾状態で使用した。

荷重条件は、最大荷重 45 kN、最小荷重 2 kN、振動数 2Hz とし、正弦波によって  $10^6$  回繰返し載荷した。

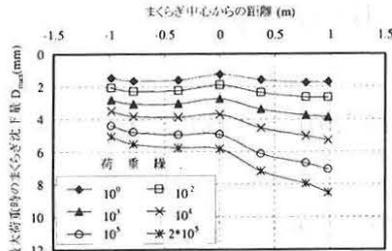
### 3. 試験結果

#### 3.1 まくらぎたわみ形状の変化

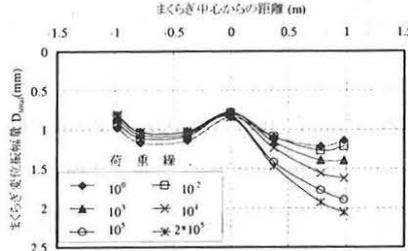
最大荷重時のまくらぎ沈下量  $D_{\max}$  の繰返し載荷による変化例を図 2 に、まくらぎ変位振幅  $D_{\text{tot}}$  の繰返し載荷による変化例を図 3 に示す。長さ  $l=2.0\text{m}$  のまくらぎでは、繰返し載荷に伴いまくらぎ片端部付近の変位振幅が増加することにより、左右レール位置で異なる沈下を生じている。長さ  $l=2.6\text{m}$  のまくらぎでは、繰返し載荷に伴いまくらぎ中央部付近の変位振幅が増加するが、まくらぎ両端部付近の変位振幅の変化は小さく、まくらぎはほぼ均等に沈下していることがわかる。この傾向は同一形状まくらぎに対する複数回の繰返し載荷試験により確認されている。

#### 3.2 まくらぎ支持状態の変化

前述したように、まくらぎ長さや高さによってまくらぎたわみ形状の変化パターンが異なるが、まくらぎ端部の変位振幅が増加する場合を「中央支持」、まくらぎ中央部の変位振幅が増加する場合を「両端支持」として繰返し載荷後のまくらぎ支持状態を分類すると表 2 のようになる。さら



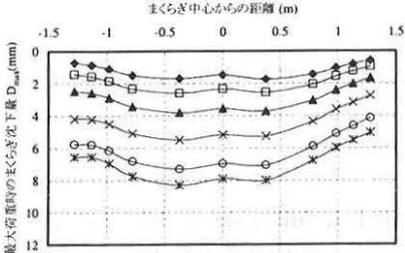
(a)  $l=2.0\text{m}, h_s=195\text{mm}$



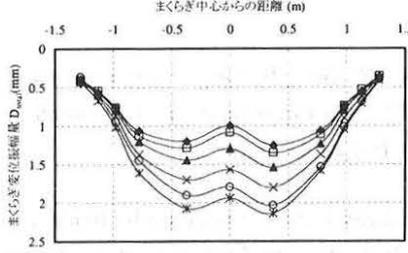
(a)  $l=2.0\text{m}, h_s=195\text{mm}$

表2 繰返し载荷後の  
まくらぎ支持状態

$h_s$ (mm)	130	195	260
2.0	中央	中央	中央
2.3	両端	両端	中央
2.6	両端	両端	両端



(b)  $l=2.6\text{m}, h_s=195\text{mm}$



(b)  $l=2.6\text{m}, h_s=195\text{mm}$

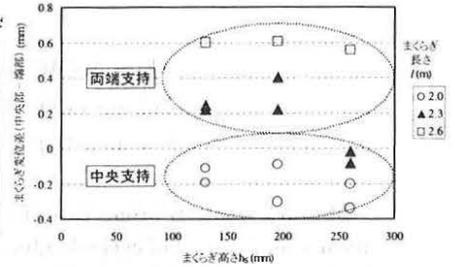


図2 まくらぎ沈下量の推移

図3 まくらぎ変位振幅の変化

図4 まくらぎ形状別の支持状態

に、繰返し载荷によりなぜ中央支持と両端支持に分かれるかを検討するために、繰返し载荷初期のまくらぎ中央部と端部の変位差をまくらぎ形状別に図4にプロットした。図から繰返し载荷初期に端部変位が大きい場合には中央支持に、中央部変位が大きい場合には両端支持になることがわかる。

### 3.3 繰返し载荷による沈下量等の推移

$10^6$ 回まで繰返し载荷したまくらぎについて、最大荷重時のまくらぎ平均沈下量の推移を図5に、最大荷重時のまくらぎ不同沈下量の推移を図6に示す。なお、一連の試験ではまくらぎ変位をまくらぎ長さに応じて7~11点測定しているが、図5に示す平均沈下量は両レール(各レール中心位置:まくらぎ中心から $\pm 566\text{mm}$ )付近4測点の沈下量の平均値をプロットしており、図6に示す不同沈下量は両レール付近4測点の沈下量の差(最大)を絶対値でプロットしている。図5から、剛性が低いうえに中央支持となる長さ $l=2.0\text{m}$ 、高さ $h_s=130\text{mm}$ のまくらぎの平均沈下量は大きい。他のまくらぎの平均沈下量には顕著な差異は認められない。図6から不同沈下量については、表2に示した中央支持状態になる長さ $l=2.0\text{m}$ のまくらぎおよび長さ $l=2.3\text{m}$ 、高さ $h_s=260\text{mm}$ のまくらぎの不同沈下量が大きく、それ以外の両端支持となるまくらぎの不同沈下量は小さいことがわかる。

## 4. まとめ

道床部沈下量の予測精度向上を目的として、種々の設計条件のうちまくらぎ形状に着目して上下方向の繰返し载荷試験を行い、道床バラストの繰返し変形特性に及ぼす影響を検討した。得られた知見を以下にまとめる。

- (1) まくらぎ長さや高さによって、繰返し载荷に伴うまくらぎたわみ形状の変化パターンが異なるが、概ね長さ $2.0\text{m}$ の場合は中央支持(端部浮き)、長さ $2.6\text{m}$ の場合は両端支持(中央部浮き)となる。
- (2) 繰返し载荷に伴い中央支持となるか、両端支持となるかは、繰返し载荷初期のまくらぎ変位差(中央部-端部)で判断できる可能性がある。
- (3) 繰返し载荷に伴い中央支持(端部浮き)となるまくらぎ形状では、不同沈下が進行する傾向にある。

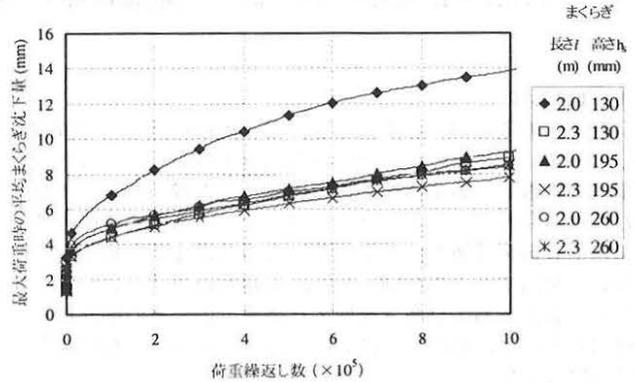


図5 まくらぎ平均沈下量の推移

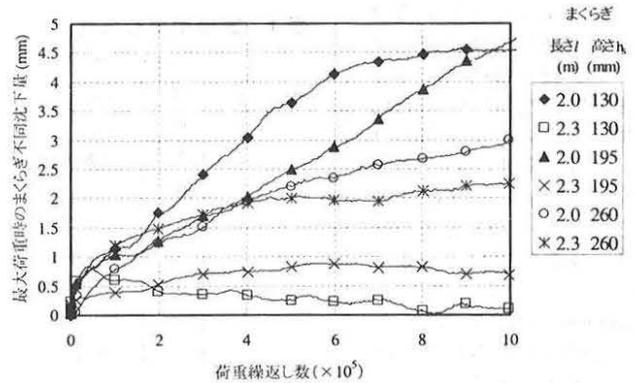


図6 まくらぎ不同沈下量の推移

## 参考文献

- 1) 岡部二郎, 安山信雄: 木まくら木の形状効果(上), 鉄道線路, 第10巻, 第8号, pp.19-22, 1962.8
- 2) 岡部二郎, 安山信雄: 木まくら木の形状効果(下), 鉄道線路, 第10巻, 第9号, pp.17-21, 1962.9
- 3) 岡部二郎, 安山信雄: コンクリートまくら木の形状, 鉄道線路, 第10巻, 第10号, pp.11-14, 1962.10