

道床内部の側方流動に関する検討

ソイルアンドロックエンジニアリング(株) 正会員 間瀬勝則
 鉄道総合技術研究所 土質・基礎研究室 正会員 須長 誠
 鉄道総合技術研究所 土質・基礎研究室 正会員 池内久清

1. まえがき

軌道の沈下は、道床の圧縮および側方流動とが複合し生じると考えられるが、両者が沈下におよぼす影響の度合いについてはまだ十分に把握されていない。R I 密度計により道床の密度変化を定量することが可能となったため、¹⁾ 軌道の沈下量と密度増加量とを比較することにより、側方流動について検討を加えることが出来るものと考えられる。

ここでは、室内および現場において実施した道床の締固め特性に関する実験で得られた密度・軌道沈下量の測定結果をもとに、道床バラストの圧縮と側方流動との関係について検討を加えてみる。

2. 実験内容

2-1 実験概要

道床バラストの締固め特性を調べるために実施した4種の実験についてその概要を以下に示す。

実 験 A 室内において実物大の模型軌道を構築し、大型載荷試験装置を用いて段階的な静的荷重あるいは繰返し動的荷重を載荷し、道床の密度変化を測定。

実 験 B 室内において実物大の道床を構築し、ビプロジール試験機(不平衡の重錐を回転させて1本のマクラギに繰返し荷重を与える試験機)を用いて動的荷重を載荷し、道床の密度変化を測定

実験C・D 実軌道において道床交換後のMTT・DGS施工による道床の密度変化を測定。

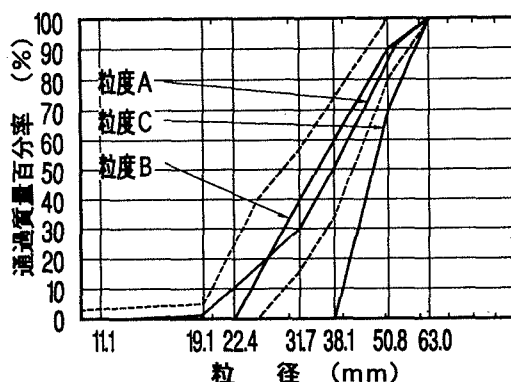


図-1 試験粒度

2-2 実験条件

各実験の条件等を表-1にとりまとめて示す。表中の粒度A~Cは、図-1の粒径加積曲線に示す粒度のことである。図中の破線は現行粒度の上限と下限とを示す。

表-1 実験条件

実験名	A	B	C	D
載荷装置	大型載荷試験装置	ビプロジール試験機	MTTおよびDGS	
載荷条件	動的くり返し(9t) くり返し数300万回	動的くり返し(9t) くり返し数500万回	振動ユニットに任意の荷重を載荷し軌道を介し道床に対し振動締固めをする。(DGS)	
載荷重	輪重1~9t	レール圧 9.8~68.6kN	DGS, 上載圧(軸重4~8t) + 起振力(135kN)	
周波数	12Hz	32Hz	35Hz	35Hz
路盤	土路盤+アスファルト舗装(5cm)	コンクリート	土路盤 粘性土(N≒5)	土路盤 砂礫(N≒15)
マクラギ	PC3号	PC3号	3HC	3HC
道床厚さ	250mm	300mm	300mm	300mm
道床形状	標準形状(単線)	試験土槽	複線バラスト止	標準断面(複線)
粒度	A	B・C	A	A
沈下量測定法	高感度変位計	高感度変位計	レベル測定	レベル測定
密度計測中心距離	300mm	550mm	480mm 300mm	480mm 300mm

3. 検討結果

軌道の沈下が道床厚さ方向に一次元的な境界条件のもとでの圧縮により生じると仮定すれば、その圧縮率 S は、沈下と密度の変化量から次式のように表わすことができる。

$$S = \frac{H - H_0}{H_0} = \frac{\rho - \rho_0}{\rho}$$

H_0, ρ_0 ; 初期厚さ(30cm or 25cm) および初期密度
 H, ρ ; 載荷後の厚さおよび密度

実験A～Dの試験結果をもとに、沈下量から求めた圧縮率 S_T と密度から求めた圧縮率 S_ρ との関係について検討を加える。図中の実線は $S_\rho = S_T$ を示す。この線付近に存在するデータは側方流動が生じておらず、この線より下に位置するデータは側方流動が生じたものと判断される。図-2は、実験A・Bの結果をプロットしたものである。実験Aでは1%を下回る低圧縮率の領域を除いてはほとんど側方流動が生じなかったものと考えられる。実験Bでは圧縮率が低いこともあり、このデータだけで側方流動の発生について判断するのは困難であるが、側方流動変位計のデータが側方流動の発生を示唆していることを考えれば側方流動が生じたものと考えられる。²⁾

図-3は、実験C・DのMTTによる締固め結果をプロットしたものである。一般的にはMTTによる締固め施工は、軌道を所定の高さに保持した状態でなされるため沈下は生じない。しかしこれらの実験は軌道の保持をせずに締固め施工を実施しているため沈下が生じている。図から $S_\rho > S_T$ の傾向にあることがわかる。これはMTTのスクイズ(タンピングツールをマクラギに寄せあう動作)により負の側方流動が生じているためだと考えられる。

図-4は、実験C・DのDGSの結果をプロットしたものである。図よりバラツキは大きいものの全体として $S_\rho < S_T$ の傾向にあることがわかる。このことよりDGSの締固めに際しては、側方流動が生じていることが判る。バラツキが生じる要因としてはDGSの走行条件(上載圧・走行速度)が各データ毎に異なっていることが考えられる。実験Dでは、道床形状の測定を実施した。その結果路肩付近で浮き上りが確認された。このことは側方流動の発生を示唆していると考えられる。

4. まとめ

実験AとBとの結果を比較した場合、横断方向が拘束されていない実験Aで側方流動がほとんど発生していないのに、横断方向が試験土槽により拘束されている実験Bで側方流動が発生している。これは、実験Aに比較して実験Bが縦断方向の拘束条件が緩やかなためであることが一因であると考えられる。データが少ないので判断は出来ないが、周波数が類似する実験Bの S_ρ / S_T と実験C・DのDGSの S_ρ / S_T とが比較的似ていることより、側方流動と周波数の間に何らかの関係(側方流動量の周波数依存性)があることも考えられる。今後の課題としては、側方流動(変位量・方向)の定量化、載荷荷重の大きさや周波数等といった要因との関係の把握が挙げられる。

参考文献

- 1) 須長・越野・山田他 ガンマ線を用いたバラストの密度測定法の現場計測への応用 第29回土質工学会研究発表会
- 2) 大島・須長・池内・間瀬 粒度の違いによる道床バラストの沈下特性 土木学会第50回年次学術報告会

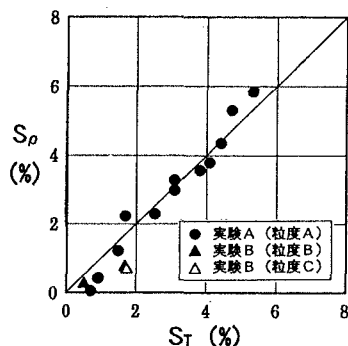


図-2 実験A・B

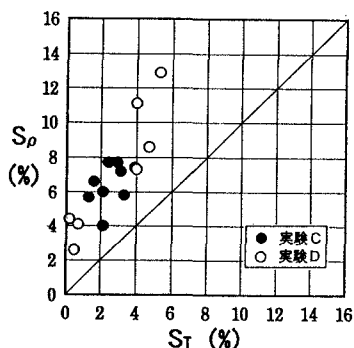


図-3 実験C・D (MTT)

