

金沢工業大学 正会員 小野 一良
金沢工業大学大学院 学生員 ○ 山田 幹雄

1. まえがき 噴泥とは、鉄道線路の路盤が粘性土よりなり、かつ、地下水位の高いときに、列車通過によって道床砂利が路盤内に圧入され、路盤土が流動状となって道床砂利表面に噴出する現象をいう。鉄道技術研究所の調査によれば、噴泥は鉄道線路が第3紀泥岩層上にある場合に多く、北陸・山陰線においては、全延長の5%以上に達しているということである。

2. 実験方法 噴泥現象を土質力学的に解明するために、実験室内において各種の含水比の粘土試料の上に道床砂利を置き、この上に繰り返し荷重を加えて、道床砂利の圧入の過程を測定することとした。粘土試料としては、石川県珠洲産粘土と羽咋産粘土とを用いた。珠洲産粘土は珪藻土と呼ばれ、珪藻の遺骸を多量に含んでいる。これら粘土の塑性限界・液性限界を表-1に示すが、実験に使用した粘土の含水比は表-1に示す範囲、すなわち、液性限界に近いものとした。珠洲産粘土は、間隙比が非常に高く、含水比が162%以上で飽和度が100%となった。これら粘土の粒度曲線を図-1に示すが、粒径0.005mm以下の粒子、すなわち粘土分は、珠洲産粘土において23%、羽咋産粘土では37%となった。これらの粘土を図-2に示す円筒容器に20cmの厚さに入れ、この上に鉄道用砕石を20cmの厚さに載せた。この上に3つの荷重をかけることにしたが、これは1.53kg/cm²の圧力に相当し、ディーゼル動車の1車軸当たりの荷重が1本のまくら木上にあるときに生ずる路盤圧力にはほぼ相当する。

3. 実験結果および考察 3つの荷重を60分加えたときの道床面沈下の進行を図-3に示したが、経過時分を対数目盛で示すときに、沈下はほぼ直線状に進行することが認められる。珠洲産粘土において特に沈下の進行が大きく、これは粘土の圧密排水によって生ずる沈下であると推定される。珠洲産粘土について、経過時間50分より60分に至る10分間において、沈下した量と含水比との関係を図-4に示

	珠洲産粘土	羽咋産粘土
液性限界	158%	72%
塑性限界	88%	49%
含水比	130%~180%	50%~70%
間隙比	3.4~3.9	1.61~1.65
飽和度	含水比130%の時80% 含水比162%以上で100%	含水比56%の時87% 含水比65%以上で100%

表-1 土質試験結果

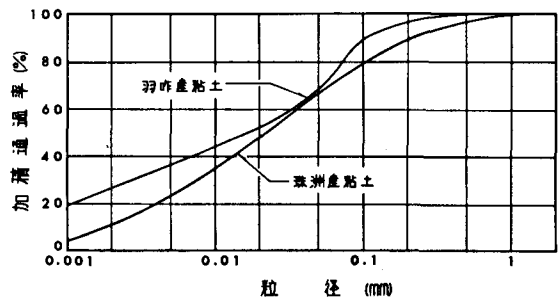


図-1 粒径加積曲線

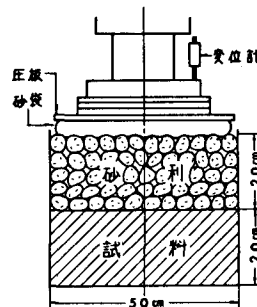


図-2 試験装置

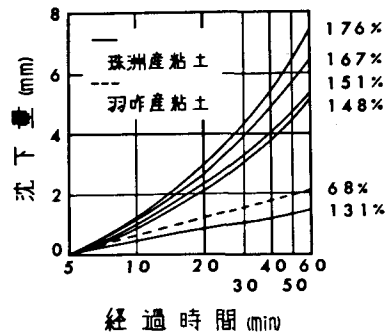


図-3 静試験における道床面沈下

すが、含水比130%から180%に至る変化によって、沈下量の進行が非常に大きくなることが認められる。しかし、羽咋産粘土については、この関係は明らかではなかった。つぎに荷重を0.6t～3.0tの間に正弦波状に変化させて、道床面の沈下を測定した結果を図-5に示した。静荷重を60分載荷後振動荷重を加えたが、静荷重より振動荷重に移行した当初は道床面の沈下が急に進行し、繰り返し回数の増加とともに進行が少なくなる。しかるに図-5に示すごとく、当初の1000回は4Hzで振動荷重を加え、次の1000回は2Hzとし、このようにしてつぎつぎと振動数を低下すると、道床面沈下の進行が増大することが認められた。以上の測定結果より、道床砂利の粘土層中への圧入は荷重の変動によって促進され、また、載荷の経続時間にも関連を持つことが確認された。次に、振動荷重の振動数を一定に保って、3000回の繰り返しを行なったときの道床面沈下の1例を、片対数方眼紙(ただし、0～50回は算術目盛)により図-6に示した。この図によれば、繰り返し回数100以後において、道床面の沈下は繰り返し回数の対数と直線関係を持つことが認められる。繰り返し回数100回より1000回に至る間の、羽咋産粘土上の道床面沈下の沈下と粘土の含水比との関係を図-7に示した。この図によれば、粘土の含水比と沈下量との間には直線的な関係が認められる。しかし、珠洲産粘土では繰り返し荷重による道床面沈下の進行は比較的少なく、また、含水比と沈下量との関係も明らかではなかった。

4. 結論 以上の測定結果より、噴泥現象は粘土の含有量の多い路盤上に繰り返して荷重が加わるときに進行し、含水比が塑性限界近くではその進行は比較的少ないが、液性限界近くになると急激に進行することが判明した。また、噴泥の進行は荷重変動の振動数にも関連し、車輪間隔を2.2mとすれば列車速度80km/hのとき10Hzの振動数となり、このように高い振動数における噴泥の進行については今後の研究において解決したい。

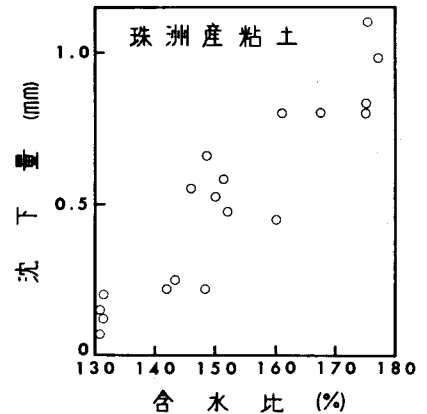


図-4 静試験10分間の沈下量

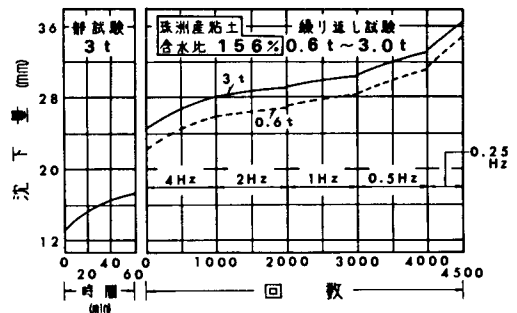


図-5 静試験および繰り返し試験による道床面沈下

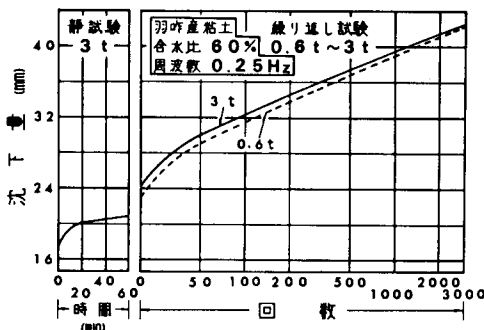


図-6 静試験および繰り返し試験による道床面沈下

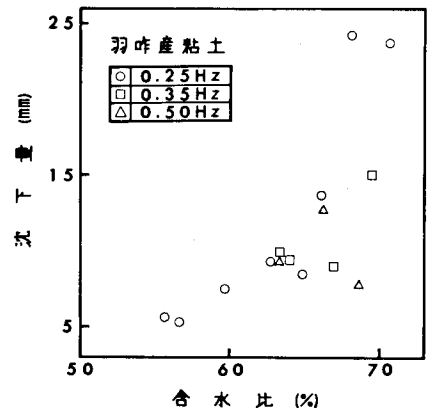


図-7 繰り返し回数100回から1000回までの沈下量