

IV-3 道床バラストの支持力に関する研究

大阪市立大学工学部 正員 岡部二郎
大阪市立大学工学部 正員 〇安山信雄

1. まえがき

各種道床バラストの支持力についての研究は軌道構造決定上、最も根本的な重要問題であるにもかかわらず、支持力を支配し決定する条件がかなり複雑なため、案外等閑にふせられ、未だに定説をなすものが発表されてない。

今回国鉄部外委託研究として、実験室内で繰り返し衝撃荷重試験装置 図-1 を用いて、バラストの種類別、厚さ別のまくら木沈下試験を行ったので、その一部ととり纏めて報告する。

2. 試験方法の概要

先ず所定の厚さのバラストを函に詰め、棒で充分突き固めた後まくら木を据えつけ、起振機の函の下面とまくら木上面の隙間にパッキング板を挿入して、起振機を起動し、大体 30, 60, 120, 180, 300, 420 秒ごとに運転を止め、まくら木の沈下量を測定するとともに、沈下量に応じてパッキングの厚さを調整しモーターの押え「ばね」の反力をなるべく一様に保つように努めた。

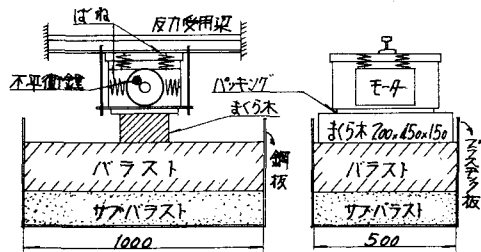


図-1 繰り返し加圧試験装置

バラストの厚さを逐次増してバラストの厚さ別の試験とする場合、初期の沈下は比較的大きく試験の終りに近づくほど小さくなる傾向があるのでその影響を除去するため、バラスト増加の場合の沈下量と減少の場合の沈下量の平均を以てその沈下量とした。

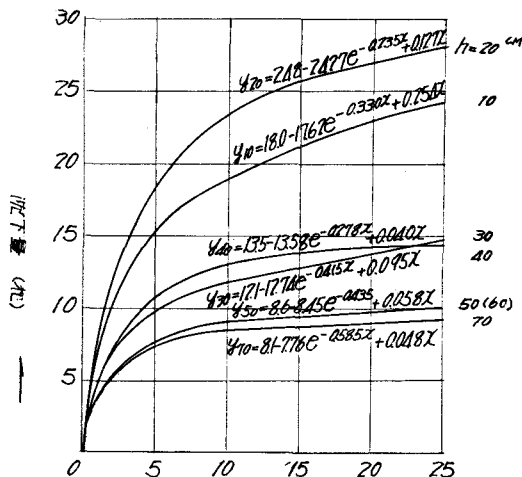
3. 試験結果の解析

[1] 沈下曲線の性質

図-2 図-4 に示されるような加圧回数-沈下曲線は鉄研佐藤裕技師の実験式に従うことが適当であると認められた。即ち

$$y = C_1 - C_2 e^{-\alpha x} + \beta x$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} y & : \text{沈下総量} \\ C_1 & : \text{圧密沈下の総量} \\ -C_2 e^{-\alpha x} & : \text{バラストの間隙減少量} \\ C_1 - C_2 e^{-\alpha x} & : \text{圧密沈下量} \\ \beta x & : \text{流動沈下量} \end{array} \right.$$



— 加圧回数 (X = N/1000)

図-2 厚さ(h)加圧回数-X 沈下量

[2] バラスト沈下の機構

圧密沈下はバラスト粒間の間隙量の減少に伴って起るものであり、一定の品質粒度のバラストについて言えば、沈下はバラストの間隙率に比例して増減する。バラストに加わる圧力度はまくり木下面以下深さが増すと共に急激に減少し振動加速力も又まくり木を離れるに従って減衰する。これに反しバラストの転動抵抗力はバラストの深さを増すほどに大きくなる。従ってバラスト粒の転動抵抗に打ち勝って実際に転動を起し圧密を生ずるのはまくり木附近の有限の範囲にとどまり、この範囲を仮りに圧密圏と名付ける。

バラストの間隙比 e は $\log P$ (P は加えられた圧力度) に直線的に逆比例する。従って、一定の荷重のもとでは一定の圧密度に達したとき圧密の進行は停止し、その後はバラストはその間隙の大きさを変えずに全体として外方に流れ出し、バラストの一部は圧密圏外に流動する。今回の実験では圧密圏の大きさがおよそ 20 cm 内外であることが推測できる。

沈下曲線中の $-C_2 e^{-\alpha x}$ は圧密の進行程度を代表する項で、 α はバラストの落下着き速さを示す数である。 βx は流動沈下を示す x に比例するから、長期にわたって加圧を続けるとその影響は無視できない値に達する。バラストの流動は主としてバラストの上層部に起り、殊にまくり木底面に沿う流動が最も顕著である。

4. バラスト厚とまくり木沈下量との関係

[1] 碎石バラスト

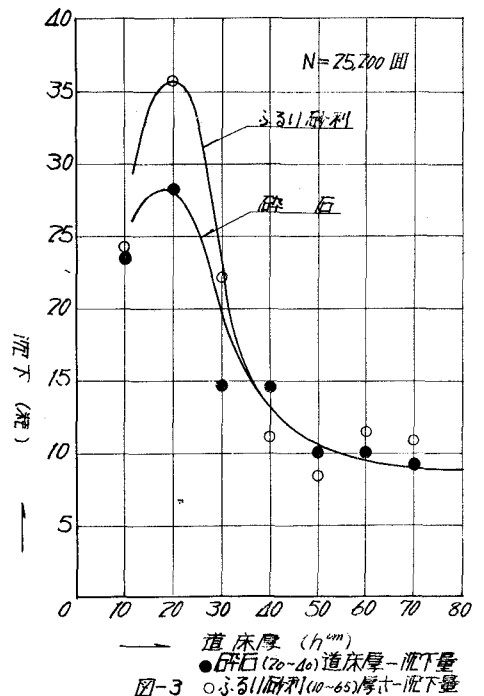
試験に用いた碎石の粒度は 20 ~ 40 mm である。図-3 に見られる通りバラスト厚 20 cm の場合が 10 cm の場合より圧密沈下が大きいということは多少常識に反することであるが、圧密圏を 20 cm と析えることによって説明することが出来る。又 50 cm を越してバラスト厚を増すことはあまり意味がない。

[2] ふるい砂利

試験に用いたふるい砂利の粒度は 10 ~ 65 mm で一般に使用されているものである。図-3 に見る通り、沈下の傾向は碎石とよく似ているが、厚さ 20 cm の場合ふるい砂利の方が著しく大きい。 β の値は 0.818 で碎石の 0.127 に比較すると 6.4 倍に達する。厚さ 10 cm と 40 cm 以上の場合は碎石の場合と近似している。

[3] 碎石とふるい砂利の混合バラスト

図-5 に見られる通り混入割合に比例して沈下量が増加する。30% まではあまり変りないものと推定される。



[4] 砂

湿った場合と乾いた場合とに別けて試験したが、前者の含水比は3~5%程度であり厚さの大小にあまり関係なく、落ち着きが早く流動性も少なく、沈下量は殆んど変りない。乾砂の場合の傾向はふるい砂利や研石に近似してくる。

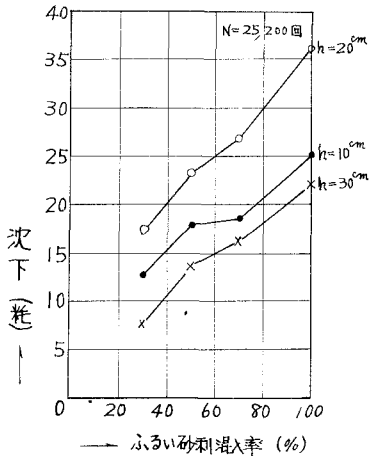


図-5 混合バラスト沈下量

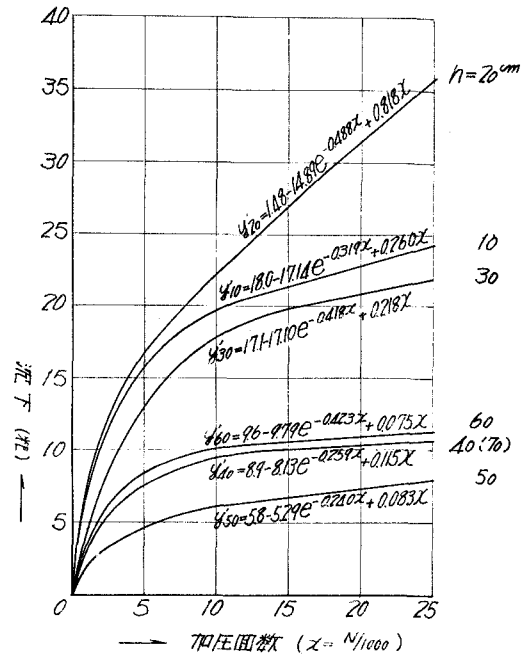


図-4 ふるい砂利(10-65)加圧回数-沈下量

表-1 C_1, C_2, α, β の値 ($y = C_1 - C_2 e^{-\alpha x}$)

バラスト種類	厚さ	C_1	C_2	α	β	バラスト種類	厚さ	C_1	C_2	α	β
研石(粒度20-40mm)	10	18.0	17.62	0.330	0.254	混合バラスト(1)	10	8.6	8.22	0.494	0.143
	20	24.8	24.27	0.235	0.127		20	15.6	15.14	0.344	0.071
	30	12.1	12.74	0.415	0.095		30	5.4	5.36	0.517	0.071
	40	13.5	13.58	0.278	0.040	混合バラスト(2)	10	12.2	11.75	0.437	0.204
	50	8.6	8.45	0.435	0.052		20	14.5	13.78	0.248	0.376
	60	9.0	8.63	0.546	0.044		30	10.4	9.88	0.201	0.127
ふるい砂利(粒度10-65mm)	70	8.1	7.76	0.585	0.048	混合バラスト(3)	10	8.5	7.93	0.565	0.337
	10	18.0	17.14	0.319	0.260		20	16.0	15.89	0.281	0.424
	20	14.8	14.89	0.488	0.18		30	14.7	13.78	0.328	0.067
	30	17.1	17.10	0.418	0.218	砂(湿)	20	9.0	9.02	0.875	0.032
	40	8.9	8.13	0.259	0.115		30	7.9	7.91	0.696	0.028
	50	5.8	5.29	0.240	0.083		40	8.6	9.04	0.486	0.036
	60	9.6	9.79	0.423	0.075	砂(乾)	10	17.3	17.54	0.437	0.075
	70	9.0	9.21	0.498	0.083		20	18.7	18.37	0.396	0.254
							30	20.0	18.77	0.331	0.190

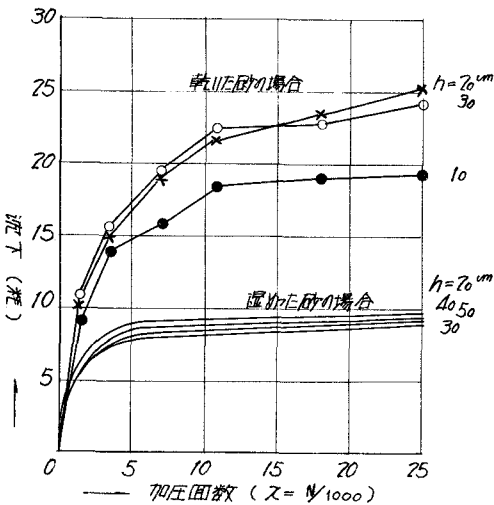


図-6 砂加圧回数-沈下量

5. あとがき

今回の実験は実験室内で簡単に棒で突き固めた比較的ルーズなバラストについて行ったもので、その結果を直ちに実際の軌道に当てはめて考えることはできないが、まくら木の沈下機構および礫石、ふるい砂利、混合バラスト、砂等各種バラストの支持力に関する性状特に厚土別との相違を明らかにすることができた。今後ビブロジイルを使用して実際の軌道構造について以上の結果を確かめると共にバラスト内の加速度の調査を行うつもりである。

実験については大阪市交通局技術員丸橋和男氏、大阪市大工学部川西勲氏、関西大学工学部学生藤田享士君の熱心な御協力を得たことを附記して感謝の意を表す。