

道床貫入試験機を用いた道床状態の評価について

西日本旅客鉄道（株） 正会員 安部 聡

1. 研究目的

当区では、保守区間の約 70%を占めるバラスト区間の整備に多大な経費を要している．特に近年はその劣化状態が顕著で、各指標も年々悪化傾向にある（表 1、図 1）．また、巡回時等に発見している道床の不良箇所の総延長は、バラスト区間全体の約 5.5%に上る．今後、バラスト区間の軌道整備に重きを置いていく中で、弱点箇所を解消し、効率的に補修を行っていくためには、道床劣化度の客観的評価が最も重要である．そこで、今回は道床劣化度を評価する目的で道床貫入試験機を製作し、現場試験を実施した．

2. 開発までの経緯

これまで σ 値、軸箱振動加速度等により評価を行ってきたが、現場のバラスト粒度、特に目視では確認のできないマクラギ下面の粒度に関してはいずれの方法においても評価が困難であった．そこで、粒度に起因すると思われるバラストの硬さ、即ち固結度に着目して、道床に杭を貫入し、その時の圧力を調べることでバラストの劣化度を評価することとした．当初は手動で加圧する方式でデータを取ったが、加圧方法やデータの読み方に個人差が生じる問題が浮上したため、その後改良を加え、自動加圧式でデータをPCカードに保存できるものとした（図 2）．

3. 貫入試験データの特性

図 3 は時間軸に対する加圧状態を示したものである．この中で、通常の加圧状態では見られない変化が見られた．これは、空隙のある箇所を貫入した際や、大きなバラストに接触しそれが砕けた際に急激に変化する、という状態であることを現地に確認した．よって今回はそれらの成分を除去し、純粋に圧力のかかっている成分のみを抽出し、評価することとした．

4. 試験内容及び分析結果

今回、開発した試験機で表 2 のような方法で貫入試験を実施した．貫入圧と粒度分布の関係を調べるため、後日試験箇所と同箇所のバラストを採取し、ふるいわけ試験を実施した．それらのデータから次の分析を行った．

- （1）貫入時間とふるい分け率との関係
- （2）平均貫入圧とふるい分け率との関係
- （3）変圧量とふるい分け率との関係

表 1 軌道管理指標（高低）推移

	H14	H15	H16	H17
平均 σ 値(高低)	0.81	0.85	0.91	0.87
σ 値年間悪化量	0.29	0.33	0.34	0.36
高低 6mm 以上出力箇所数	17	23	25	63

（各指標は年度末における数値）

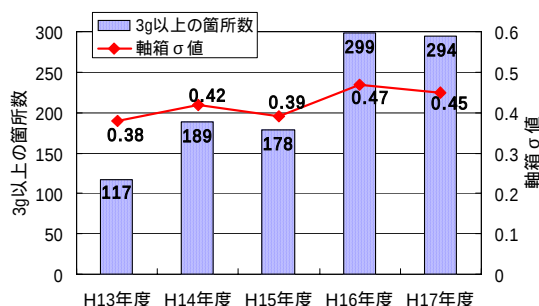


図 1 500 系軸箱振動加速度推移

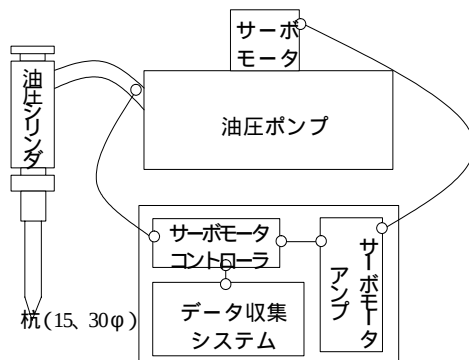


図 2 試験機仕様

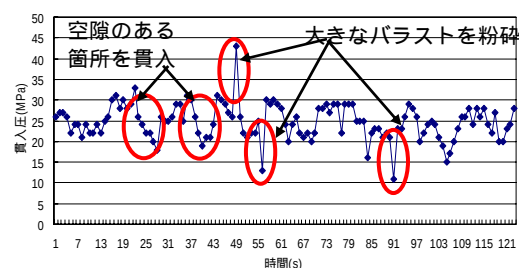


図 3 貫入試験生データ

表 2 試験方法

15φ	400mm貫入させて、その時の所要時間、貫入圧データを採取
30φ	120秒間貫入させて、その時の貫入深さ、貫入圧データを採取

↓
後日、試験箇所のふるい分け試験を実施

キーワード 道床劣化度、道床貫入試験機、変圧量、ふるい分け率

連絡先 〒700-0024 岡山市駅元町 1-3 J R 西日本 岡山新幹線保線区 T E L 086-223-8639

以下にその分析結果を示す．

（１） 貫入時間とふるい分け率との関係（図４）

15φの杭に関しては400mmという一定の値を貫入させたので、貫入時間と粒度に関係がないかを調べた．図の通り、明確な相関関係は得られなかった．

（２） 平均貫入圧とふるい分け率との関係（図５）

次に杭を貫入する際にかかる圧力の平均値と粒度との関係を検討した．受皿まで落ちたパラスト（＝粒径20mm以下）と平均貫入圧とに関係が見られる．この関係が更に明確になれば、ふるい分け試験を実施しなくても、平均圧力から20mm以下のパラストの割合が把握できることとなる．

（３） 変圧量とふるい分け率との関係（図６）

最後に、変圧量（＝加圧時における1秒当たりの圧力の変化量）と粒度との関係を調べた．平均貫入圧との関係と同じく、20mm以下のパラストの割合とに相関が見られた．これより変圧量が大きい程、貫入しようとする力が大きく、即ち道床が固結しており、粒径の小さいパラストの割合が多いことがわかる．よって、従来実施していたふるい分け試験を行わずに、変圧量から20mm以下のパラストの割合が把握可能である．

５．試験実施箇所の評価比較

今回測定した変圧量のデータによる評価と、従来の評価指標である軌道狂い速度及び軸箱振動加速度の評価とを比較した（表３）．結果、従来の順位と、変圧量の順位とに相違が見られる箇所があるため、これまで把握が困難だった箇所もより的確に評価できる．

６．まとめ

今回の試験の結果、以下の事が確認できた．

- ・ 今回開発した試験機により、把握が困難であったパラストの固結度が把握できる．
- ・ 分析結果より、文献等で支持力にあまり効果のないと言われている20mm以下のパラストの割合が変圧量より把握できる．今回の試験では特に30φの杭に相関性が見られた．
- ・ これまでの評価指標として用いられてきた軌道狂い、軸箱加速度と併せてこの指標を用いることにより、今までより明確な根拠をもった評価が可能であり、施工優先順位選定に役立てることができる．

７．今後の課題及び試験機の活用イメージ

パラスト粒度を把握できることから、貫入試験の指標を道床劣化度評価指標のツールとして確立させ、軌道材料検査における土砂混入率の把握や、道床部分修繕、簡易噴泥処理等の施工優先順位選定の際に活用する（表４）．

参考文献

新しい線路 - 軌道の構造と管理 - P 2 1 4

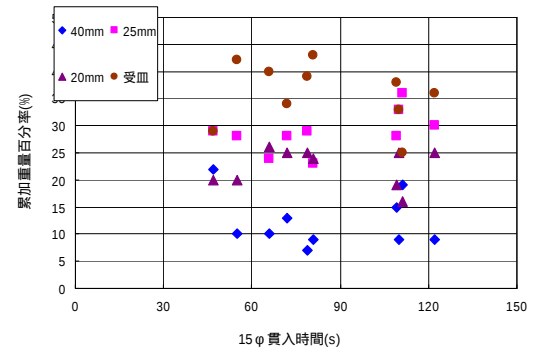


図４ 貫入時間とふるい分け率との関係（15φ）

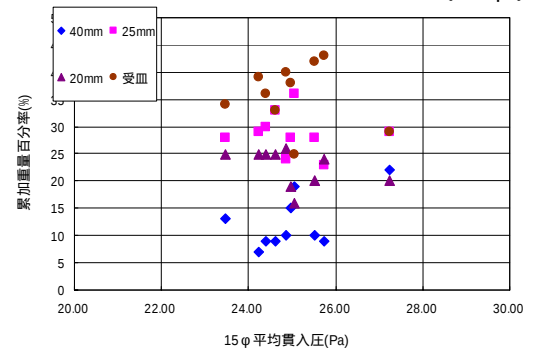


図５ 貫入圧とふるい分け率との関係（15φ）

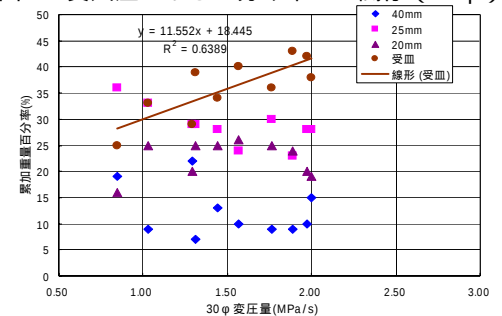


図６ 変圧量とふるい分け率との関係（30φ）

表３ 試験実施箇所の評価比較

番号	線別	位置	マクラギNo	目視	軌道狂い進み			軸箱振動加速度			変圧量(MPa/s)			
					mm/年	順位	30Hz (g)	順位	順位	順位	15φ	順位	30φ	順位
	上	650.795	165-166	正常	5.18	4	0.66	8			0.96	9	1.44	6
	下	650.892	158-159	正常	0.36	10	0.57	9			0.94	10	1.03	9
	上	651.504	9-10	正常	0.69	9	1.09	5			1.44	7	0.85	10
	下	651.504	9-10	正常	1.01	8	0.67	7			1.95	2	2.00	1
	上	652.144	75-76	浮き(小)	3.31	6	1.14	4			1.58	5	1.76	4
	上	666.003	8-9	浮き(中)	3.43	5	2.52	1			1.89	3	1.57	5
	上	666.053	92-93	浮き(中)	8.19	1	1.02	6			1.49	6	1.31	7
	上	666.087	152-153	浮き(小)	6.19	3	1.18	3			1.80	4	1.97	2
	下	666.087	152-153	正常	2.15	7	0.47	10			1.06	8	1.29	8
	上	666.104	6-7	浮き(中)	8.13	2	1.54	2			2.57	1	1.89	3

狂いの大きい順、値の大きい順に順位付けを行う

表４ 今後の試験機活用イメージ

