

建設車両用タイヤによる原位置締固め管理の生産性向上に向けた実験的検討

九州大学大学院 学〇大坪 駿

九州大学大学院 F 安福規之 正 石藏良平

日本国土開発株式会社 正 中村 裕希 正 四宮 圭三

1. はじめに

機械土工は、建設機械を用いた大量で動的な繰り返し作業を行うため、建設業が抱える労働力不足や、労働災害等の深刻な問題による影響を受けやすい¹⁾。この問題の解決策として生産性を向上させることは非常に有意であることが考えられる。

建設機械の中でも、被牽引式スクレーパ(写真-1)は、掘削・積込・運搬・敷均作業を行う自己完結的な機械であり、適切な条件下において、高い生産性を示すとされる。また、現段階の幅広い作業種類に加え、後輪部の建設車両用タイヤによる転圧の可能性について検討が行われており²⁾、更なる作業範囲の拡幅と、機械土工の生産性向上への貢献が期待されている。

本報では、被牽引式スクレーパの建設車両用タイヤによる転圧の一般化に向けて、その最適な転圧方法について、スクレーパを実走させた現場実験による検討を行った。

2. 実走転圧実験概要

今回の実走転圧実験において使用した、被牽引式スクレーパの諸元は表1の通りである。また、建設車両用タイヤは、前後輪合わせて4輪の建設車両用タイヤが装着されている。今回の実験は、宮城県の建設現場の一部で、実機による締固め試験を行ったもので、実験で使用した盛土材の基礎物性値については表2で示す。

被牽引式スクレーパは構造上、後輪部建設車両用タイヤによる影響が転圧効果に大きく作用する。そのため、本実験ではスクレーパ後輪部建設車両用タイヤの転圧効果に着目し、実走実験を行った。なお、後輪部タイヤの諸元は表3に示している。

本報では、2パターンの実走転圧実験を実施した。概要を以下に示す。

2.1 転圧能力の比較実験

本実験では、A~Eの5種類の実走転圧実験を行った(表4)。A~Cでは積載土量を空荷(0m³)、山積の半分(約10m³)、山積(約23m³)と変化させた。Dでは転圧軌道を変化させた(図1)。Eは使用機械を10t振動ローラにすることで、スクレーパ転圧能力との比較のためのデータの採取を目的としている。

2.2 転圧速度変化による影響評価のための転圧実験

本実験では、転圧速度を低速(約3km/h)と高速(約6km/h)の2種類による転圧実験を行った。転圧速度の変化による転圧能力への影



写真 1 スクレーパ

表 1 スクレーパ諸元

型式		被牽引式スクレーパ 23SB
容積	山積	17.2 m ³
	平積	22.7 m ³

表 2 盛土材の基礎物性値

試験項目	試料
土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	2.234
最大乾燥密度 ρ_{dmax} (g/cm ³)	1.113
自然含水比 W_{nature} (%)	45.16
塑性指数 I_p	- (非塑性)
粒径2mm以下含有率 (%)	77.85
平均粒径 D_{50} (mm)	0.30
均等係数 U_c	4.50
曲率係数 U'_c	0.32
強熱減量 L_i (%)	5.55

表 3 後輪部建設車両用タイヤ諸元

名称	29.5-25 22PR
外径	1875mm
幅	750mm
空気圧	0.248MPa

表 4 実験 2.1 概要

名称	使用機械	積載土量 (m ³)	軌道変化	土圧 (kPa)
A	スクレーパ	0	無	222.93
B	スクレーパ	約10	無	284.25
C	スクレーパ	約23	無	328.60
D	スクレーパ	約10	有	284.25
E	振動ローラ	-	無	49.27

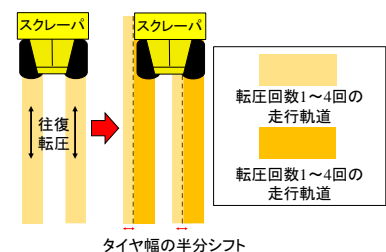


図 1 D試験における軌道変化

響を評価することを目的としている。

いずれも実験後には、現場乾燥密度を、地盤工学会基準(JGS 1613-2012)に則り、コアカッター法で試料を採取して深さ 10cm 毎の湿潤密度を計測後、電子レンジ法(JGS 0122)で計測した含水比を用いて乾燥密度を計算した。

3. 実験結果

各実験結果を図 2~3 に示す。グラフは、縦軸に深さ、横軸に締固め度を示しており、ここでいう締固め度は、採取位置における乾燥密度を表 2 の最大乾燥密度で除した値のことである。

スクレーパ後輪部建設車両用タイヤの転圧能力に関して、実験 2.1 の A, B, C の実験結果から、積載土量の増加に伴う締固め品質の増加が確認できたが、積載土量に関係なく、締固め度の基準値である 90%の値を、十分に満足する締固め効果の確認ができた。A~C の中で、最大の転圧能力は C の山積条件時に発揮することが明確になったものの、積込時の時間的・経済的コスト等を加味すると、積載土量が半積の B の転圧が最も効率的な転圧方法になる。

実験 D の結果からは、転圧の軌道の変化によるネガティブな影響は確認されず、むしろ地表面付近で締固め度の増加が確認できた。これは、軌道の変化に伴い、圧力球根の重なる箇所ができたためであると考えられる。ここで、転圧軌道を変化させることで転圧幅が 1.5 倍になることから、A~D の中では D の転圧方法が総合的に判断した場合、最も効率的であるといえる。

実験 E の結果と A~D の結果を比較すると、特に深部ではスクレーパの転圧による締固めの方が良い結果を示した。

実験 2.2 では、転圧速度の増加(約 2 倍の速度)に伴う各深さの乾燥密度の減少が確認できた。この乾燥密度の減少分を、実験 2.1 の結果から最も効率的な転圧方法であると導いた実験 D の結果に反映させたところ、図 4 の結果を得られた。この結果から実験 D の条件で転圧速度を高速にした場合でも、締固め度の基準値である 90%を満たすことが確認できた。

4. まとめ

実験から、対象土質におけるスクレーパ後輪部建設車両用タイヤ(表 3)の締固め効果について原位置での実験を体系的に実施した。その結果から、以下の知見が得られた。

- 1). 積載土量の増加に伴って締固め度の増加が確認できたが、積載土量に関係なく高い転圧能力を発揮する。
- 2). 一般的な締固め機材である振動ローラと比較しても、遜色ない転圧効果が確認でき、深部においては非常に高い転圧能力を発揮する。
- 3). 転圧軌道をタイヤ半分シフトさせることで、効率的に転圧を行えるだけでなく、地表面の密度が増加した。
- 4). すべての深さにおいて、転圧速度の増加に伴い、乾燥密度は減少した。
- 5). 本報における最も効率的なスクレーパによる転圧方法は、走行速度を通常の転圧時の約 1.5 倍にし、走行軌道を転圧回数の半分回、タイヤ幅半分シフトさせた転圧方法であった。

今後は、掘削・積込・運搬・敷均・転圧作業を施すスクレーパの作業能力に関するより実務的な検討を考えている。

【謝辞】 本研究を行うにあたって、日本国土開発株式会社のご協力を頂きました。

【参考文献】 1) 国土交通省 建設産業の現状と課題 <http://www.mlit.go.jp/common/001149561.pdf> アクセス 2018 年 12 月 13 日 2) 中村裕希・四宮圭三・安福規之・石藏良平・大坪駿 建設車両用タイヤによる盛土の締固め特性に関する基礎的研究 平成 30 年度 土木学会全国大会

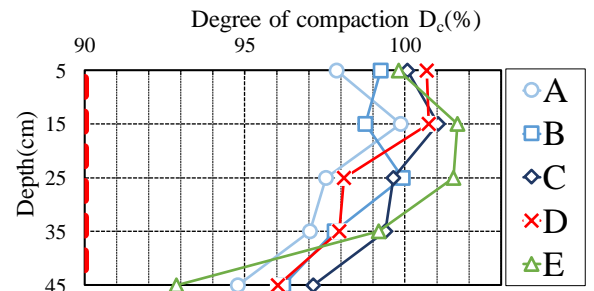


図 2 実験 2.1 結果

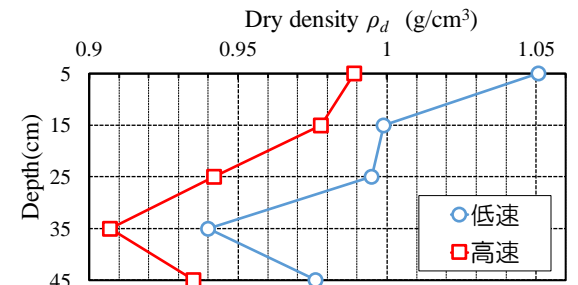


図 3 実験 2.2 結果

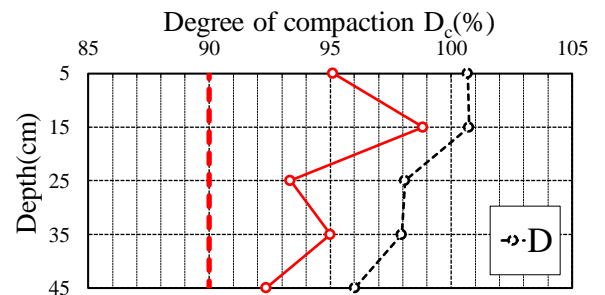


図 4 実験 2.2 結果を実験 D へ反映