

砂質地盤における転圧ローラによる締固め特性

愛媛大学工学部 正員 ○河原 莊一郎

愛媛大学工学部 正員 室 達朗

鶴小松製作所 正員 羽賀 誠哉

1. まえがき 転圧ローラのスリップ率、線圧および転圧回数が砂質地盤の締固めに与える影響をモデル実験により調査する。さらに、沈下量、駆動力と地盤の締固め程度との関連性を検討する。

2. 供試地盤 粒径4.75mm以下に調整した気乾状態のまさ土を用いた。まさ土の土質性状を表1に示す。まさ土を鋼製パネルを組み立てた土槽（長さ120cm、幅10cm、高さ35cm）に10層に分けて各層表面より35cmの高さから自由落下させた。その後、車輪の走行による過度の沈下を抑制するため、予備転圧ローラ（直径10cm、幅9.5cm、質量20kg）を地盤表面上を転がして供試地盤を作成した（相対密度60.3%）。作成後の供試地盤は深さ約30cmであった。なお、土槽側壁にグリースを塗り、厚さ0.28mmの天然ゴムシートを貼付して、土粒子と土槽壁面の摩擦を低減した。

3. 実験方法 実験装置は車両、土槽、ウィンチおよび枠組からなる。車両は、中央の転圧用車輪とガイド部との二重構造である。ガイド部は、実験土槽に固定されたガイドレール上を4輪の補助輪によって水平方向に移動する。転圧用車輪は、4本のステンレス製鉛直ガイドに沿って自由に沈下するようになっている。転圧用車輪は、ステンレス製（直径31.9cm、幅9.5cm）で、出力0.75kwのモータよりチェーンを介して駆動される。駆動トルクは、車軸（直径30mm）に貼付したひずみゲージより検出した。

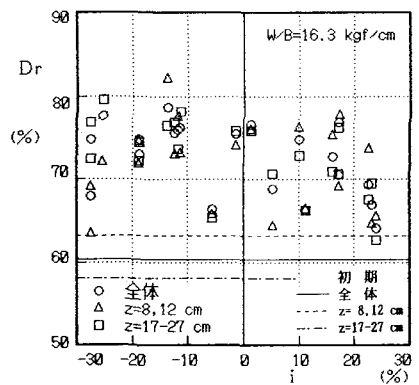
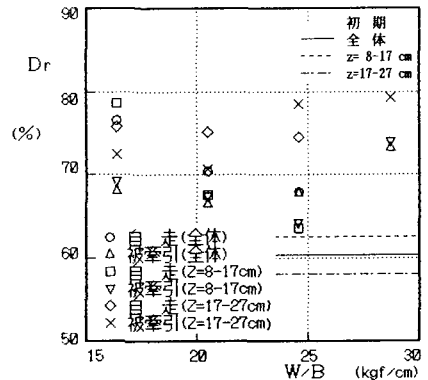
実験では、スリップ率、線圧および転圧回数を変化させた。走行終了後、土槽を90°倒し、上方のパネルを取り外し、乾燥密度の測定を行った。これには鋼製円筒形サンプラー（内径5.23cm、厚さ0.2mm）を用い、初期地盤表面から深さが5, 8, 12, 17, 22, 27cmの6ヶ所で測定した。サンプラーを土を乱さないようゆっくり貫入させたあと、周囲の土を取り除きゴムシートをサンプラーより大きめに切り、サンプラーをゴムシートで包み込むようにして採取した。

4. 実験結果 図1に相対密度 D_r とスリップ率 i の関係を示す。どのスリップ率でも相対密度は初期状態より増加している。表層（ $z=8, 12$ cm）より下層（ $z=17\sim 27$ cm）の方が増加量が多い。かなりのばらつきはあるが、駆動状態でスリップ率が大きくなるほど相対密度は低くなる傾向がみられる。また、駆動状態よりも制動状態の方が相対密度が高い傾向がある。これは、大柿¹⁾のせん断応力分布の測定結果も示すように制動時の低スリップ率では、交番せん断応力が作用するためと考えられる。

次に、相対密度 D_r と線圧 W/B の関係を自走と被牽引走行について図2に示す。自走とは、有効牽引力を発揮せず駆動力によ

表1 供試地盤の土質性状（まさ土）

土粒子比重	2.66
均等係数	12.0
曲率係数	3.0
平均粒径 (mm)	0.78
含水比 (%)	2.4
最大密度 (g/cm^3)	1.68
最小密度 (g/cm^3)	1.31
最適含水比 (%)	9.7
乾燥密度 (g/cm^3)	1.51
コーン指数 (kgf/cm^2)	0.967

図1 相対密度 D_r とスリップ率 i の関係図2 相対密度 D_r と線圧 W/B の関係

て走行している状態で、被牽引走行とは、駆動力がなく牽引されて走行している状態(純粋転動)である。一般に、線圧が高いほど地盤はよく締め固まると予想されるが、自走、被牽引走行ともデータが少なく、ばらつきも大きく、明確な傾向はわからない。本実験では自走で線圧25kgf/cm以上で走行不能となったが、線圧がさらに高ければその影響は明確になると考えられる。

図3に相対密度 D_r と転圧回数 N の関係を示す。転圧回数が増えるにつれて自走、被牽引走行ともに相対密度が増加する。とくに、自走の5回目で全体で87.6%まで増加しており、かなりの締め固めがなされている。表層($z=5,8$ cm)、下層($z=12\sim27$ cm)ともに転圧回数が増えるにしたがって相対密度が増加するが、表層での増加が顕著で4回目以後は下層よりも相対密度が高い。また、自走の方が被牽引走行に比べ相対密度が高い。これは、自走ではスリップ率約0%であるのに対し、被牽引走行では約25%であるので、表層がかき乱されるため相対密度が比較的低くなることによる。実際に、被牽引走行の表層の相対密度は1回目では初期状態よりが低い、2回目以後はスリップ量の減少につれてかなりの割合で増加する。

以上のことから地盤をよりよく締め固めるためには、転圧回数を増加させることが効果的であり、被牽引走行と比較し自走状態で転圧させる方がよい。

5. 走行性との関連性 走行性(沈下量、駆動力、有効牽引力)が、地盤の締め固め程度を予測するための指標といえるかどうかについて検討する。本実験で最も締め固めに効果があった転圧回数に対して、深さ方向全体の相対密度 D_r と沈下量 S の関係を図4に示す。転圧回数 N の増加による沈下量の増加にともない、相対密度は自走、被牽引走行ともに増加する。

相対密度 D_r と駆動力 H 、有効牽引力 $|DP|$ を関係を図5に示す。図より H 、 $|DP|$ が増加するにつれて D_r が減少する。これは、転圧回数 N の増加による H 、 $|DP|$ の減少にともない、相対密度が増加するためである。したがって、沈下量、駆動力または有効牽引力を測定すれば、それらの変化量より砂質地盤の締め固め程度はある程度予測することが可能である。

ところで、スリップ量が大きい被牽引走行の方が、自走に比べ沈下量も大きい。これは、滑り沈下は土が下方に移動して密度を増加させるのではなく、ほとんどが車輪接地部付近の土が受働破壊して前方へ移動する²⁾ために起こるからである。

6. まとめ 転圧ローラによる砂質地盤の締め固めにおいて、転圧回数を増やすことが効果的である。また、転圧回数に対する沈下量、駆動力または有効牽引力の変化量から締め固め程度はある程度予測できることが判明した。

参考文献 1)大柿光司:剛性輪の接地応力分布について、テラメカニクス、4号、pp.12-15、1984。

2)J.Y.Wong: Behaviour of Soil Beneath Rigid Wheels, J.agric.Engng Res., 12(4), pp.257-269, 1967。

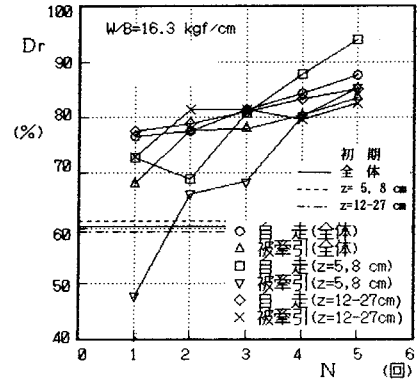


図3 相対密度 D_r と転圧回数 N の関係

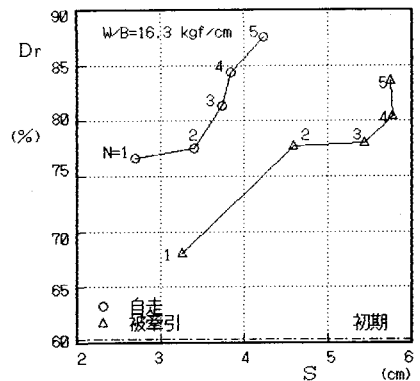


図4 相対密度 D_r と沈下量 S の関係

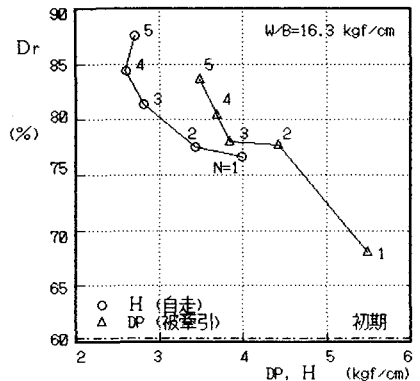


図5 相対密度 D_r と駆動力 H 、有効牽引力 $|DP|$ の関係