

VI-6 まさ土地盤における鉛直加振型履带式転圧車両の最適振動周波数

愛媛大学大学院 学生会員 ○本田 恭邦
愛媛大学工学部 フェロー 室 達朗
(株)竹中土木 居森 春樹

1. はじめに 現在、土材料を締固める際には振動ローラを用いることが多い。しかし、空港建設など厚層においては、振動ローラの地盤に作用する線荷重による締固め作業よりは、むしろ履带式車両の履帯接地圧として地盤に作用する面荷重による締固め作業のほうが、より効果的な転圧作業が実現することができることが明らかにされている¹⁾。また、転圧効果を左右する起振機の機械条件も研究されている。本研究では鉛直加振型履带式車両でモデル実験を行い、起振機の振動周波数の変化が締固め効果にどのような影響を及ぼすのかを調べた。

2. 実験装置と方法

2-1. 実験土槽 愛媛県産のまさ土を最適含水比付近に調整し、長さ 540cm、幅 150cm、高さ 65cm の鋼製パネル板を組み合わせた大型土槽に深さ 45cm になるまで全層ほぼ均一の密度になるように撒きだし、地表面を平滑に均して実験土槽を作成した。試料土の物性は、最大乾燥密度 1.88g/cm^3 、最適含水比 12.8%、比重 2.66、平均粒径 0.78mm、均等係数 12.0 であった。

2-2. 鉛直加振型履带式車両 図 1 は、ゴム製履帯を装着した実験車両の構成図である。鉛直加振機を搭載した車両総重量 W は 4.9kN であり、車両重心偏心率は 0.07、履帯幅 B が 20cm、履帯接地長は L が 91cm、平均接地圧は q が 13.5kPa である。車両は電動モータでスプロケットを駆動させ、車速を 2.49cm/s とした。車両に装備されている鉛直加振機は、加振モーメント M ($0\sim980\text{Ncm}$) と振動周波数 f ($2.5\sim50\text{Hz}$) を変化させることにより、起振力 F ($0\sim9.80\text{kN}$) を発生させることが可能である。

2-3. 実験方法 上記した鉛直加振機の加振力 F を 0.98、2.94、4.90、6.86、8.82kN に設定し、鉛直加振力 F と車両総重量 W の比すなわち载荷比 $\alpha=F/W$ を 0.2、0.6、1.0、1.4、1.8 とし、振動周波数 f を $10\sim30\text{Hz}$ に変化させ実験を行い、締固め効果を調査した。図 2 に実験概略図を示す。ここで、実際の締固め作業を勘案し、転圧回数 $N=1\sim3$ 回は無振動転圧を行い、転圧回数 $N=4\sim13$ 回は振動転圧を行った。ここに、 N とは車両が N 回往復したことを意味する。各転圧回数ごとに、地表面の沈下量を計測し、転圧回数 $N=3, 4, 7, 9, 11, 13$ でコーン貫入試験を実施した。深さ方向の土の乾燥密度は、コーン貫入試験より換算して求めた²⁾。

3. 実験結果

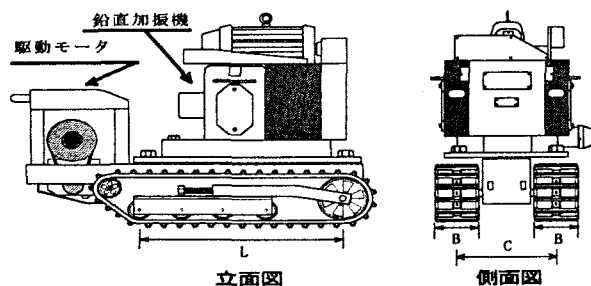


図 1 実験車両

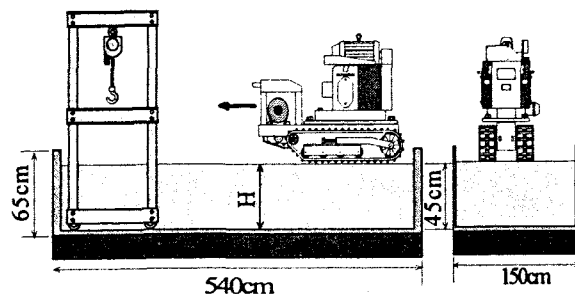


図 2 実験概略図

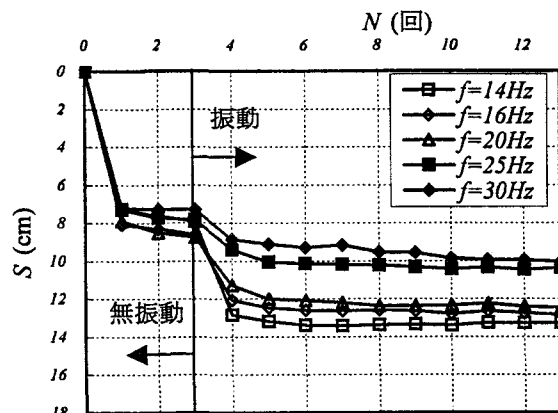


図 3 地表面沈下量 S と転圧回数 N ($\alpha=1.4$)

3-1. 地表面沈下量と転圧回数 地表面沈下量とは、初期地表面から履帯の轍部分におけるグラウサ突起部において転圧回数毎に計 12 ヶ所計測し、その平均値とした。地表面沈下量と転圧回数の関係を図 3 に示す。無振動転圧 3 回で一定値に収束しつつある沈下量が、振動転圧を行うことによって、再び大きな沈下を示した。また、振動周波数の減少にともない大きな値をとっている。

3-2. 深さ方向の乾燥密度と転圧回数 コーン貫入試験より得られたコーン指数 q_c より算出した乾燥密度 ρ_d と深さ Z の関係を図 4 に示す。ここで、図中の締固め密度管理基準線は、突固め試験で得られる最大乾燥密度の 90% の値である 1.69g/cm^3 を示す。全体の傾向として、転圧回数 N の増加とともに全層にわたり乾燥密度は増加した。また、深さ方向の分布は浅層部から中間層部にかけて増加し、最大値をとった後に深層部に向けて徐々に増加するなめらかな曲線となった。

3-3. 振動周波数別の乾燥密度 振動周波数の違いによる締固め効果を明らかにするために、図 5 に最大乾燥密度 $\rho_{d\max}(\text{g/cm}^3)$ と振動周波数 $f(\text{Hz})$ の関係を示す。また、表 1 に本実験で得られた実験結果を示す。ここで、乾燥密度の評価には、実験で得られた最大乾燥密度 $\rho_{d\max}$ 、全層での平均値である平均乾燥密度 $\rho_{d\text{ave}}$ を用いる。いずれの载荷比 α においても、本実験の範囲内では、振動周波数が低いほうが乾燥密度が大きな値をとった。これは地盤の固有振動数に近い振動周波数で転圧を行ったため、高い締固め効果が得られたものと考えられる。また、高い振動周波数での乾燥密度はほぼ同じ値となっている。したがって、振動周波数は地盤の固有振動数から離れていくほど、締固め効果への影響は少なくなることが分かる。

4. 結論

振動周波数別の乾燥密度分布は、振動周波数の減少とともに乾燥密度が増加する結果となったが、その分布の極大値は見られなかった。したがって、振動周波数をさらに低いところに、最適な振動周波数があると考えられる。

参考文献

1)室達朗, 吉岡伸朗, 三次宗仁: 高リフト厚のまさ土に対する遠心加振機を搭載したローラと履帯式車両の振動転圧効果, 土木学会論文集, No.588/VI-38, pp.139-150, 1998 年 3 月

2)T.Muro, M.Miyoshi and T.Mitsubayashi : Effect of a tracked vehicle mounting an oscillator on the vibro-compaction of a high lifted decomposed granite sandy soil, SOILS AND FOUNDATION , Vol.38, No.4, pp.129-144, DEC.1998

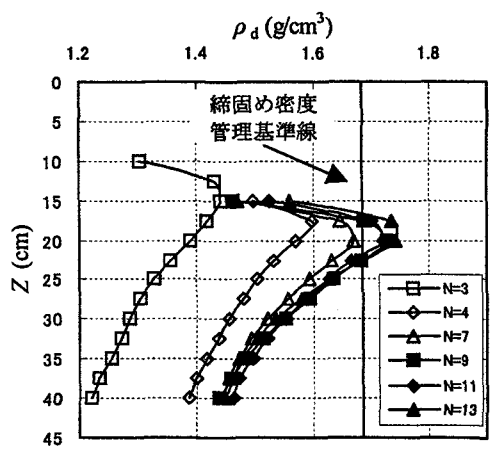


図 4 乾燥密度 ρ_d と深さ Z ($\alpha=1.4, f=14\text{Hz}$)

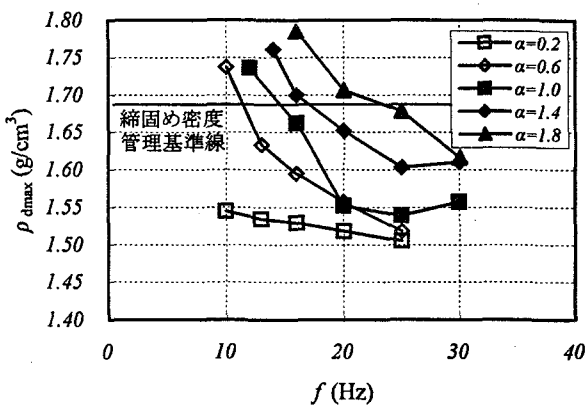


図 5 振動周波数 f と最大乾燥密度 $\rho_{d\max}$

表 1 実験結果一覧表

F (kN)	α	f (Hz)	$\rho_{d\max}(\text{g/cm}^3)$	締固め度	$\rho_{d\text{ave}}(\text{g/cm}^3)$	締固め度
0.98	0.2	10	1.545	82%	1.411	75%
		13	1.534	82%	1.403	75%
		16	1.529	81%	1.394	74%
		20	1.518	81%	1.385	74%
		25	1.505	80%	1.384	74%
2.94	0.6	10	1.737	92%	1.597	85%
		13	1.633	87%	1.501	80%
		16	1.595	85%	1.463	78%
		20	1.557	83%	1.430	76%
		25	1.518	81%	1.402	75%
4.90	1.0	12	1.736	92%	1.581	84%
		16	1.662	88%	1.503	80%
		20	1.552	83%	1.445	77%
		25	1.539	82%	1.417	75%
		30	1.557	83%	1.418	75%
6.86	1.4	14	1.761	94%	1.570	84%
		16	1.700	90%	1.543	82%
		20	1.652	88%	1.486	79%
		25	1.603	85%	1.451	77%
		30	1.610	86%	1.448	77%
8.82	1.8	16	1.785	95%	1.619	86%
		20	1.706	91%	1.563	83%
		25	1.678	89%	1.544	82%
		30	1.616	86%	1.481	79%