

愛媛大学工学部 フェロー 室 達朗
 愛媛大学大学院 学生会員 高橋 伸定
 松山市役所 正会員 ○木村 将伸

1. はじめに 本研究では、履带式車両を用いてジャンピング転圧を行うことで、盛土における 1 回の撒き出し厚さを従来の 2 倍にして、深層部までを締め固める機械の開発を目標としている¹⁾。今回は振動数 16Hz 一定のもとで鉛直加振力と車両総重量の比すなわち $F/W = 1.0$ である振動転圧と $F/W = 2.0$ であるジャンピング転圧の効果について比較し、実機車両に適応させた場合について検討する。

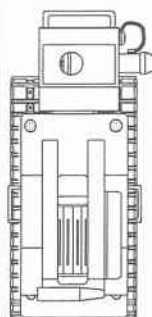
2. 供試地盤 試料土として選定したまさ土は、比重 2.66、最大粒径 2.00mm、均等係数 4.2、曲率係数 0.9 のものである。このまさ土を JIS A 1210、1.1a による突き固め試験を行った結果、最適含水比 W_{opt} は、10.8%、最大乾燥密度 ρ_{dmax} は 1.98g/cm^3 であった。この最適含水比に調節したまさ土を、長さ 540cm、幅 150cm、高さ 65cm の鋼製パネル板を組み合わせた長大土層に深さ 45cm にまきだし、地表面を平滑に均したものを供試地盤とした。

3. 実験車両及び計測器 図 1 に示すように本実験に使用した実験車両は、鉛直加振機を搭載したたわみ性ゴム製履带式車両である。履帯 20cm、履帯接地長は 91cm であり、車両総重量は 4.9kN に調節した。車両に搭載した鉛直加振機は、2 軸偏心マスによる回転質量型加振機である。加振周波数は 16Hz で、加振力 F は 4.9 および 9.8kN であった。また、深さ方向の密度分布を調査するためにコーン貫入試験を実施した。コーンには頂角 $\pi/6$ rad、高さ 5cm、底面積 6.61cm^2 のものを使用し、これにロードセルを取り付け、貫入用ジャッキに装着することにより、モータによって一定の貫入速度で土層底面までの各深さにおける貫入抵抗を連続的に計測した。

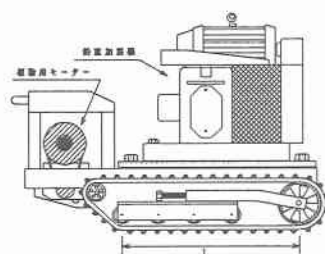
4. 実験及び計測方法 前述したまさ土地盤上を自走走行させ転圧実験を行う。まず、前進で土層端部まで転圧し、土層に取り付けたクレーンを使用し、前進時の轍を跨ぐように横にずらし、次に後進で転圧を行った。このように 2 本の履帯が重ならないように往復走行させた。1 往復での転圧幅は約 89cm であり、 N 回往復走行させたときの転圧回数を N 回とした。転圧方法は実際の締め固め工法を勘案し、はじめの転圧回数 $N=1\sim3$ 回をブルドーザによる敷き均し作業と見なし、無振動転圧を行う。続けて、転圧回数 $N=4\sim13$ 回を振動転圧またはジャンピング転圧を行い、計 13 回で 1 回の転圧の実験を終了した。計測項目として地表面沈下量、コーン貫入試験によるコーン指数の計測を転圧回数毎に行い、転圧効果を調査した。

履带式車両の車両諸元

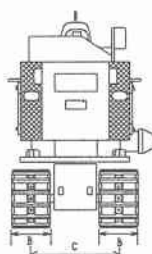
車両総重量	W	4.9 kN
車両重心偏心率	e	0.003
平均接地圧	p	13.5 kPa
履帯幅	B	20.0 cm
履帯接地長	L	91.0 cm
履帯間隔	C	45.5 cm
車速	V	3.75 cm/s



(a) 平面図

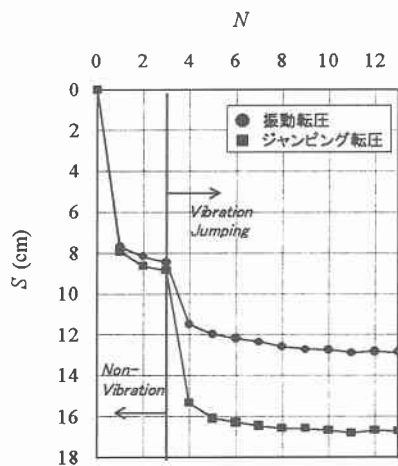


(b) 側面図



(c) 立面図

図1 鉛直加振機を搭載した履带式車両


図2 地表面沈下量 S と転圧回数 N の関係

5. 実験結果及び考察 図2に転圧回数 N と地表面沈下量 S の関係を示す。振動転圧およびジャンピング転圧はともに転圧回数 N の増加とともに地表面沈下量 S は増加し、一定の値に収束する傾向がある。最終沈下量としてはジャンピング転圧による方が大きく、振動転圧12.9cmに対して16.7cmでその差は3.8cmであった。

図3に各転圧回数 N に対する乾燥密度 ρ_d と深さ Z の関係を示す。乾燥密度 ρ_d はコーン貫入試験により計測したコーン指数を次式に示す独自に求めたコーン指数 q_c (kPa)と乾燥密度 ρ_d (g/cm³)の関係式より換算したものである。

$$\rho_d=0.845q_c^{0.107} \qquad (r = 0.999) \qquad (1)$$

$N = 3\sim 4$ にかけての深層部での増加乾燥密度をみると、振動転圧に比べジャンピング転圧は非常に大きく深層部にまで締固め効果があることがわかり、 $N = 13$ での平均乾燥密度でみると、振動転圧で $\rho_d = 1.69\text{g/cm}^3$ に対してジャンピング転圧では $\rho_d = 1.88\text{g/cm}^3$ となっており、ジャンピング転圧においては最大乾燥密度の90%である管理基準値を全層で越える結果となった。平板載荷試験により、事前に求めた接地圧 p と沈下量 S の関係から、寸法比 R についての近似式を実験車両 $R = 1$ として次式に示す。

$$p=kS^n \qquad (2)$$

$$k=0.265R^{-0.900} \qquad (3)$$

$$n=1.138R^{0.174} \qquad (4)$$

上式により、モデルでの厚層 $T_{Hm} = 45\text{cm}$ の沈下量 S_m についてスケールを2倍とした厚層 $T_{Hp} = 90\text{cm}$ の実機について接地圧2倍での静的荷重で沈下量 S_p を予測する。さらに平均乾燥密度は次式により求められる。

$$\rho_{dp}=\frac{(T_{Hm}-S_m)R\rho_{dm}}{T_{Hp}-S_p} \qquad (5)$$

以上により得られた値と締固め度 $D = \rho_{dm}/\rho_{dmax}$ (%)の予測結果を表1に示す。振動転圧、ジャンピング転圧ともに寸法を大きくすることにより、締固め効果が大きくなるという寸法効果が推測できた。また、ジャンピング転圧については、実機においても十分に適応可能と言える。

6. おわりに 今回の実験により、ジャンピング転圧では深層部にまで締固め効果が発揮され、全層にわたって管理基準値を越えており、振動転圧に比べジャンピング転圧は締固め効果が非常に大きいことが確認された。また、スケール2倍の実機においてもジャンピング転圧では平均乾燥密度で管理基準値を越え実機への適応が可能であるといえる。

参考文献 1) Muro,T., Miyoshi,M., and Mitubayashi,T. : Effect of a tracked vehicle mounting an oscillator on the vibro-compaction of a high lifted decomposed granite sandy soil, SOILS AND FOUNDATIONS, Vol.38,No.4,pp.129-144,Dec.1998.

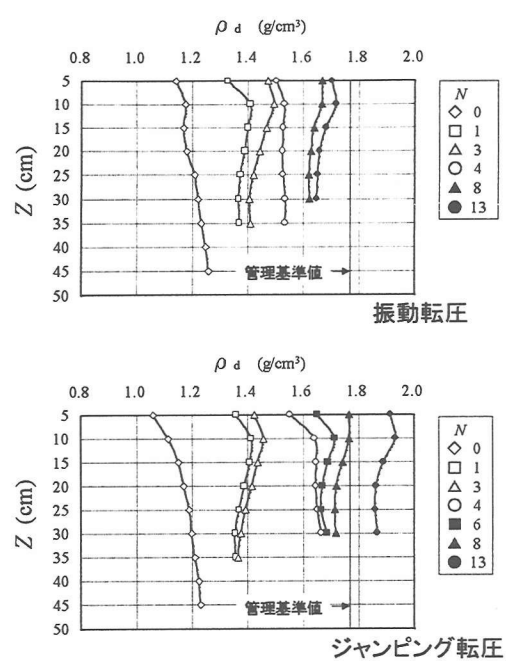


図3 乾燥密度 ρ_d と深さ Z の関係

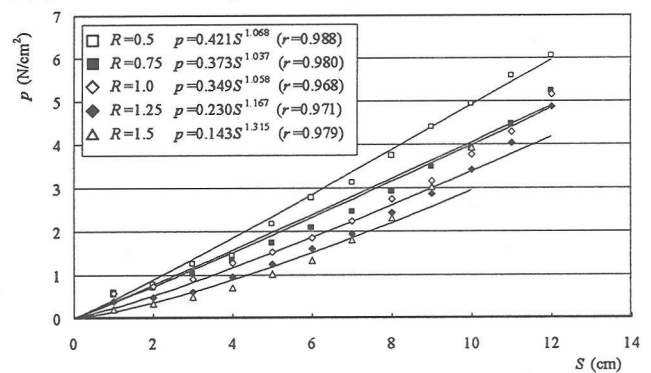


図4 接地圧 p と沈下量 S の関係

表1 実機への適用 予測結果

	Model		prototype	
車両総重量	W_m	4.9kN	W_p	39.2kN
履帯幅	B_m	20cm	B_p	40cm
履帯接地長	L_m	91cm	L_p	182cm
履帯接地圧	p_m	1.35N/cm ²	p_p	2.69N/cm ²
まさだし厚さ	H_m	45cm	H_p	90cm
加振力	F_m	4.9kN	F_p	39.2kN
		9.8kN		78.4kN
沈下量	S_m	12.9cm	S_p	26.9cm
		16.7cm		33.9cm
沈下量率	r_m	28.6%	r_p	29.9%
		37.1%		37.6%
平均乾燥密度	ρ_{dm}	1.69g/cm ³	ρ_{dp}	1.72g/cm ³
		1.88g/cm ³		1.89g/cm ³
締固め度	D_m	85.5%	D_p	87.0%
		94.9%		95.6%