

輪荷重繰返し載荷による埋戻し土の剛性変化 (土の種類と状態、および土被り高の影響)

大阪市立大学 東田 淳・向市清司・田辺祐基
阿南工業高等専門学校 吉村 洋
大阪市都市環境局 大杉朗隆・中西啓輔

まえがき 3種類の埋戻し土を密度を2通りに変えて、 K_0 圧縮試験装置に詰め、側方変位をゼロにした K_0 条件で輪荷重相当の荷重を30万回載荷して一軸的に圧縮し、載荷回数すなわち車輛通過回数の増大に伴う埋戻し土の剛性変化を測定したので、報告する。なお、この埋戻し土の剛性変化が埋設管の長期変形挙動に及ぼす影響を別報³⁾に示したので、参照されたい。

実験方法 内面にゴム2枚とシリコングリスによるリュブリケーションを施した K_0 圧縮試験装置(図-1)内に、表-1に示す3種類の埋戻し土(S0: 瀬戸珪砂、S16: まさ土、S30: シルト質砂、数値は細粒分含有率を表す)を密詰め、ゆる詰め状態(それぞれDとLで表す)になるように詰め、低サイクル繰返し載荷装置を用いて、管の埋設深度に相当する土被り圧 p_1 を載荷した状態で、輪荷重相当荷重 p_2 を1.5Hzで30万回まで繰返し載荷した(繰返し載荷)。累計繰返し回数が所定の回数になったら載荷を止めて p_1 を一旦ゼロ付近まで除荷し、供試体の膨張が終了するのを確認してから p_1+p_2 まで荷重を段階的に載荷した(段階載荷)。この段階載荷を、繰返し載荷過程の間に16回組み込んだ。段階載荷の過程では、軸応力 σ_1 、側方応力 σ_3 、および軸ひずみ(対数ひずみ) ε_1 を測定し、土を等方弾性体と仮定した時のフックの式: $v_s=(\sigma_3/\sigma_1)/(1+\sigma_3/\sigma_1)$, $E_s=(1-v_s-2v_s^2)/(1-v_s) \cdot (\sigma_1/\varepsilon_1)$ に代入して変形係数 E_s とポアソン比 v_s を求めた。

表-2に土被り高 H と荷重強度の関係を示す。 p_1 は管の埋設深度が0.6 m、1.2 m、1.8 mになるように3通りに変えた。また、 p_2 は25tトラックの後輪荷重10tf×2輪×衝撃係数1.5=30 tfが車輛幅2.75 m×接

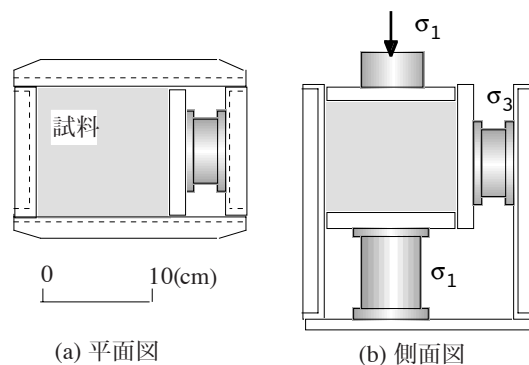


図-1 K_0 圧縮試験装置(内寸法12×12×10 cm)

表-1 地盤材料の性質

Soil	G_s	U_c	ρ_{dmax} (g/cm ³)	ρ_{dmin} (g/cm ³)	ρ_d (g/cm ³)	w (%)	c_d (kPa)	ϕ_d (°)
S0L	2.65	1.8	1.58	1.32	1.43	0	0	37
S0D					1.55	0	0	43
S16L	2.71	70	1.92	1.42	1.50	10	9	38
S16D					1.70		23	38
S30L	2.67	115	1.86	1.29	1.50	12	29	32
S30D					1.70		45	32

表-2 想定した土被り高と荷重強度

土被り高 H (cm)	土被り圧 p_1 (kgf/cm ²)	輪荷重 p_2 (kgf/cm ²)	p_1+p_2 (kgf/cm ²)
60	0.12	0.78	0.90
120	0.24	0.42	0.66
180	0.36	0.29	0.65

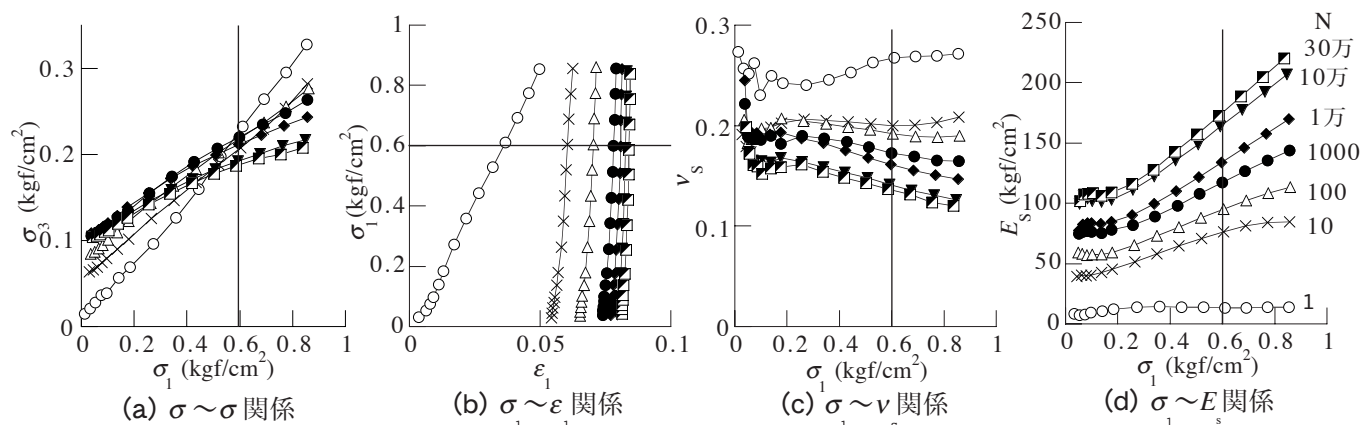


図-2 S16L・ $H=60$ cm供試体の実験結果

キーワード: 埋戻し土、剛性、繰返し載荷、輪荷重

連絡先: 大阪市住吉区杉本3-3-138・大阪市立大学工学部・Tel & Fax: 06-6605-2725

地幅20 cmに働くものとして、 45° 地中分散式によって求めた。

実験結果 図-2にS16L・ $H=0.6$ m供試体の場合を例にとって段階荷重過程の実験結果を示す。

図-2(a)に示すように、各荷重段階の初期の σ_3 は、供試体に生じるインターロッキングのため、荷重回数 N の増大につれて増える。図-2(b)に示した各段階の $\sigma_1 \sim \varepsilon_1$ 曲線の勾配は、 $N=1$ ではゆるいが、 N が増えるにつれて急になる。図-2(c)の v_s と図-2(d)の E_s は、いずれも各荷重段階において σ_1 がゼロの時(σ_1 荷重前)を初期値とする ε_1 と σ_3 の増分を用いて求めている。 N の増大につれて v_s は0.25から0.15付近まで低下し、 E_s は大きく増える。

全供試体で得られた段階荷重過程の $v_s \cdot E_s \sim N$ 関係を図-3に示す。各ケースで p_1+p_2 の値が異なるので、同一荷重レベルで比較するため、ここでは図-2に実線で例示した $p_1+p_2=0.6 \text{ kgf/cm}^2$ 時点における $v_s \cdot E_s \sim N$ 関係を示している。 N の増大につれて v_s と E_s は次第にある値に収束する傾向を示す。さらに、データにややばらつきが見られるものの、 H が小なほど、また土の密度が大なほど、 E_s が大きい傾向が読み取れる。

図-4は、図-3において N を30万回繰返した時の供試体の相対密度 D_r を示している。 N の増大に伴って供試体の D_r は、特にゆる詰供試体で増大する。S30供試体では D_r と E_s の大きさに対応関係があるが、他の供試体では対応関係が見られず、密度増のみでは図-3の結果を説明できないことが分かる。

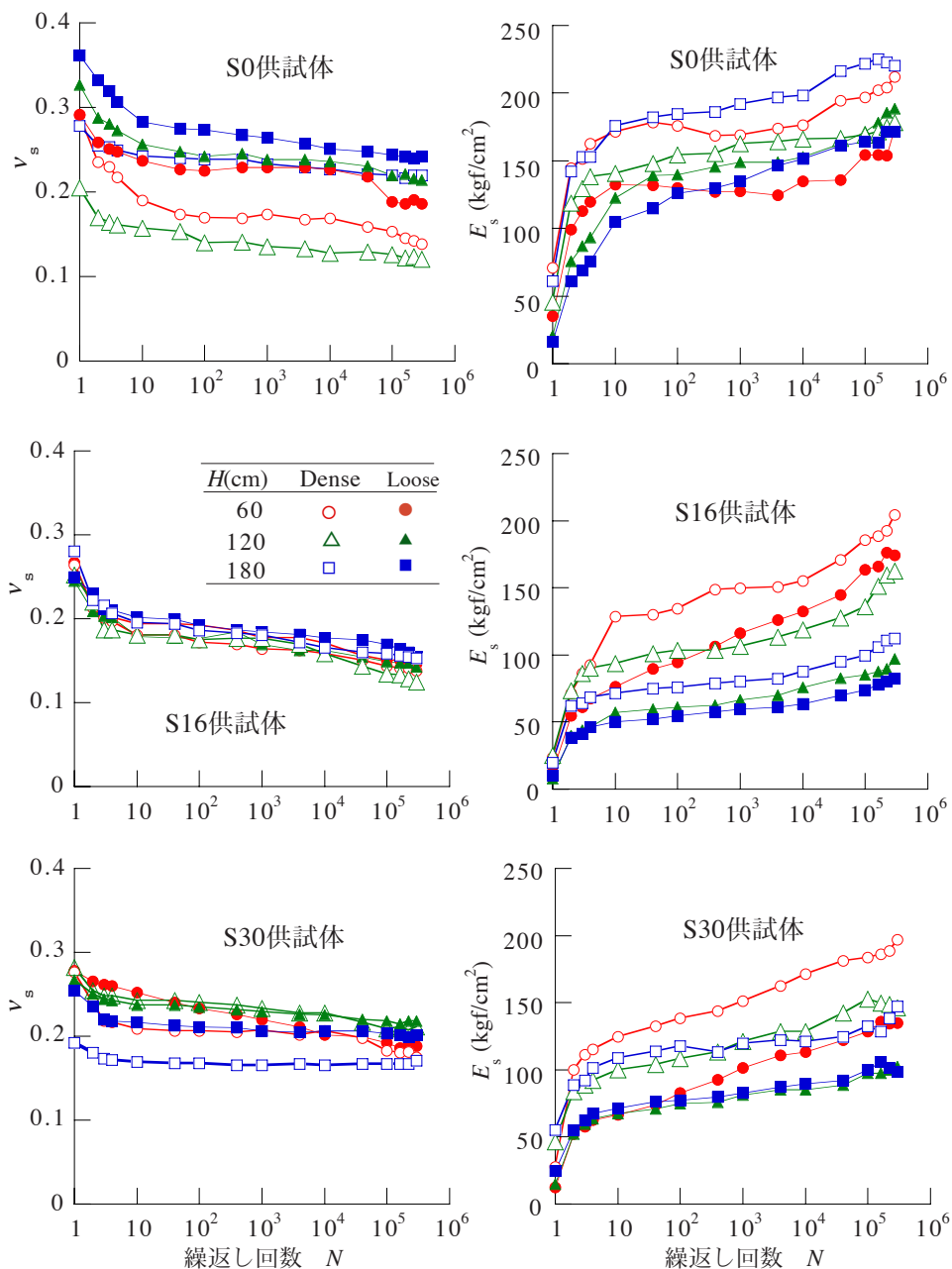


図-3 $\sigma_1=0.6 \text{ kgf/cm}^2$ 時点の $v_s \cdot E_s \sim N$ 関係

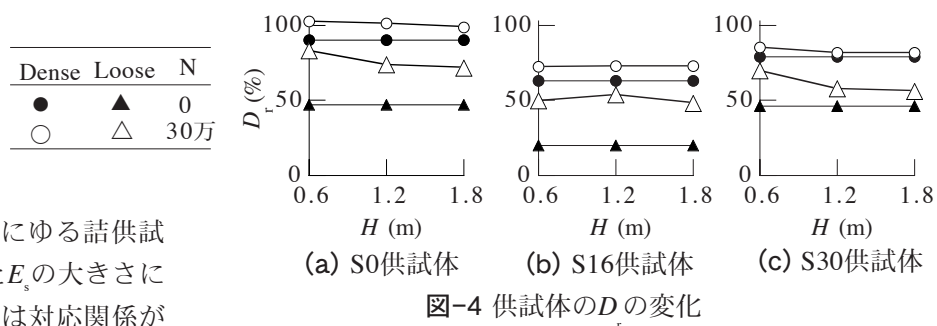


図-4 供試体の D_r の変化

参考文献: 1) 東田他、輪荷重繰返し荷重による埋戻し土の剛性変化、第59回土木学会年講、2004. 2) 東田他、輪荷重繰返し荷重による埋戻し土の剛性変化が埋設管の変形に及ぼす影響、第60回土木学会年講、2005. 3) 東田他、埋戻し土の剛性変化と埋設管の長期変形挙動、第62回土木学会年講、2007.