

タキロン(株)

大井克己・松山真三

大阪市立大学

東田 淳・吉村 洋・徳永哲郎

まえがき 著者らはこれまで地中埋設された高密度ポリエチレン管(HDPE管)の変形挙動を遠心実験や土槽実験によって調べ^{1)~3)}、HDPE管に対しては現行設計法が適用し難いことを指摘した。今回は、素掘り溝型埋設されたHDPE管の変形挙動に及ぼす繰返し輪荷重の影響を遠心実験によって調べ、この結果に基づいてHDPE管のたわみの設計値を提案する。

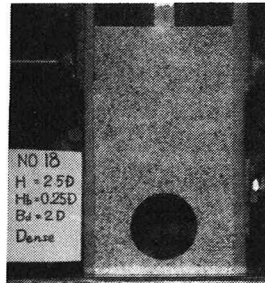


写真-1 模型

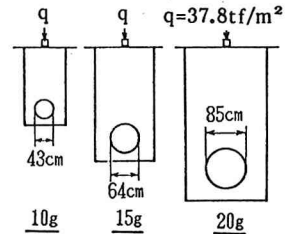


図-1 原型

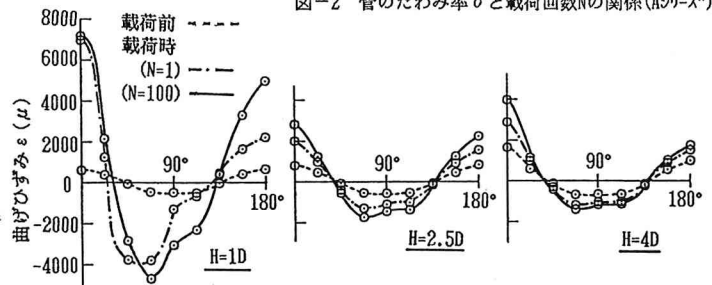
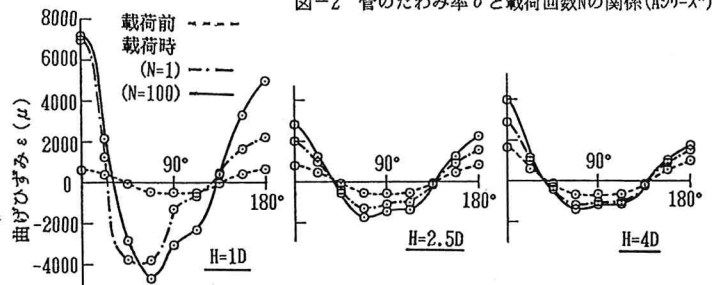
1. 模型と実験方法

模型(写真-1)はこれまでと同じHDPE模型管(外径 $D=42.6\text{mm}$ 、管厚 $t=1.8\text{mm}$ 、 $E_p=11,900\text{kgf/cm}^2$ 、 $\nu_p=0.4$)を密詰、ゆる詰の2種類の密度の乾燥砂地盤中に掘削溝幅 $B_d=2D$ 、基礎砂厚 $H_b=0.25D$ の条件で素掘り溝型埋設したものである。砂の材料特性については前報³⁾の表-2、3を参照されたい。この模型を遠心力場に置き、20t輪荷重を想定した $q=37.8\text{tf/m}^2$ の荷重を載荷板を用いて地表面に100回繰返し載荷し、管のたわみ量 ΔD (管直径の鉛直変化量)、管体の曲げひずみ ε の分布、載荷板の沈下量 s を測定した。実験は次の2シリーズについて行った。

1) **Aシリーズ**: 土被り高 H を1D、2.

5D、4Dの3通りに変化した模型を用いて15g場で実験を行った。2)

Bシリーズ: $H=2.5D$ の模型を用いて10g、15g、20gの3通りに遠心加速度を変化させて実験した。載荷幅 B は原型で20cmになるように変化した。各遠心力場の模型と対応する原型を図-1に示す。

図-2 管のたわみ率 δ と載荷回数 N の関係(Aシリーズ)図-3 曲げひずみ ε の分布(Aシリーズ・ゆる詰地盤)

2. 実験結果

1) **Aシリーズ** 図-2はAシリーズの実験で得られた管のたわみ率 $\delta=\Delta D/2R$ (R は管厚中心半径)と載荷回数 N との関係を片対数表示したものである。またこれらの実験から求めた δ - H 関係を図-7に細実線(載荷前)と太実線(100回載荷時)で示した。両図から H が同じ場合の δ の値はゆる詰地盤の場合の方が密詰地盤の場合よりかなり大きい。またどの場合も繰返し載荷によって δ は増えるが、 H が小さい程増え方は大きい。

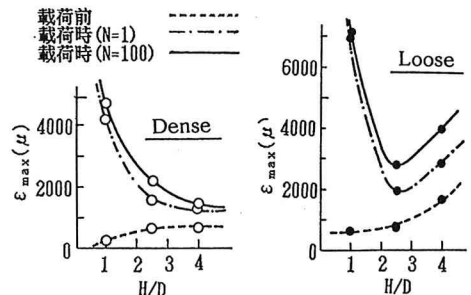
図-4 $\varepsilon_{\max}$ と H の関係(Aシリーズ)

図-3 はゆる詰地盤の場合の載荷による ε の分布の変化を示したものである。最大曲げひずみ ε_{max} はどの場合も管頂で生じている。H=1Dの場合の ε 分布の変化傾向は他とは異なり、管頂 ε は1回載荷で急増した後はほとんど増えず、管底 ε が大きく増えている。これは管の変形モードが1回載荷時の逆おむすび形（前報1）の写真-2）から、Nの増大につれて楕円へと変化するためである。次に、図-4は ε_{max} とHの関係を示したもので、地盤密度によって ε_{max} の変化の様子がかなり異なることが分かる。

2) Bシリーズ 図-5、6はBシリーズの実験で得られた δ 、 ε_{max} と載荷回数Nとの関係である。どの値もlog Nに対してほぼ直線的に増え、模型の縮尺が大きい（遠心加速度が小さい）ほど増え方が大きい。

3. 素掘り溝型で埋設されるHDPE管の設計図表

A、B両シリーズで得られた1/15模型のH- δ 関係、および模型縮尺と δ の関係を組合わせて、素掘り溝型埋設される3種類の原型管に対するH- δ 関係を推定したものが図-7である。既に指摘したように、たわみ性管の現行設計法⁴⁾は遠心実験で確認された地盤密度の著しい影響を正しく評価しておらず、特に浅い埋設やゆるい埋戻しの条件の場合には管たわみを過小評価して危険である。したがって、現時点では図-7の数値をHDPE管の設計たわみ値として用いるのが管の安全上妥当であろう。ただし、この図表の適用範囲は埋戻し土が砂質土の場合に限定される。

あとがき 前報1)で述べたように、埋設時に生じるHDPE管の δ の限界値は長期安定性の観点から7%程度とされており、したがって今回の結果からこの限界値を越えると推定される場合、特に浅埋設の条件の場合には地盤をよく締固めるとともに、早期に路面を舗装し荷重分散を図る必要がある。

参考文献 1) 大井克己・松山真三・東田淳・矢野博彦：遠心模型による埋設管の变形挙動、第23回土質工学会、1988。 2) 大井克己・松山真三・東田淳：遠心模型による埋設管の变形挙動（盛土型埋設の場合の設計について）、第43回土木学会年講、1988。 3) 松山真三・大井克己・東田淳・吉村洋・徳永哲郎：埋設管の变形挙動（実物大実験と遠心模型実験の比較）、第24回土質工学会、1989。 4) JSWAS下水道用硬質塩化ビニル管、日本下水道協会、1974。

実測	推定	原型		
		D cm	t mm	S_f kgf/cm ² /cm
□	■	43	18	6,885
○	●	64	27	23,237
△	▲	85	36	55,080

$$S_f = E_p t^3 / (12(1 - \nu_p^2))$$

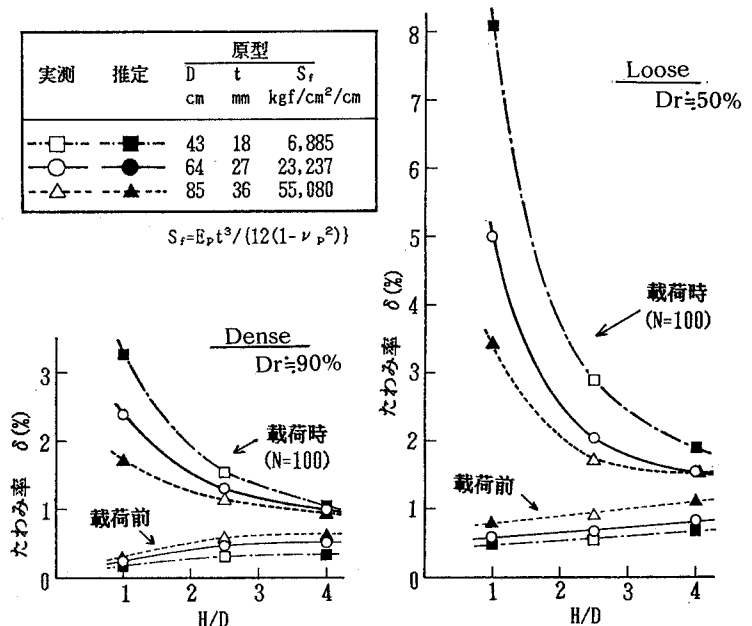


図-7 素掘り溝型埋設されるHDPE管の設計 δ 値

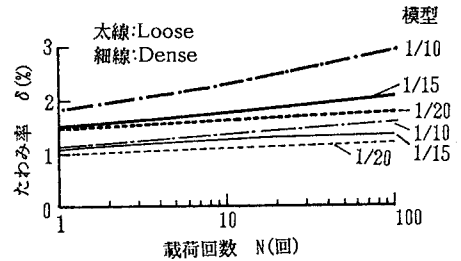


図-5 管のたわみ率 δ と載荷回数Nの関係(Bシリーズ)

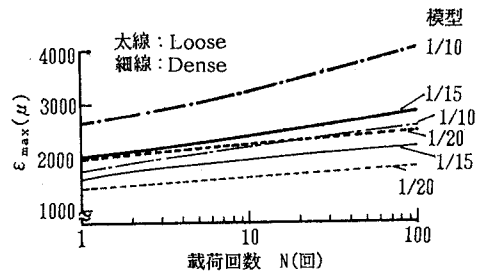


図-6 ε_{max} と載荷回数Nの関係(Bシリーズ)