

高盛土下に埋設される排水管の変形抑制対策工

大阪市立大学 学生会員 不動雅之・正会員 東田 淳・非会員 佐藤雄一
タキロン 正会員 日野林譲二

まえがき 著者らは、最大100mの高盛土下に埋設される排水管の合理的設計法を提案し、この設計法によれば排水管の埋設最大深さを、現行設計法の規定をはるかに超える範囲まで拡張できることを示した¹⁾。本研究では、提案設計法によってもなお設計許容値(たわみ率と最大曲げモーメント)を超えるような厳しい高盛土条件で埋設される排水管の変形抑制工の効果を遠心模型実験で調べた。

対策工の概要 これまでの著者らの研究によって、排水管の下部が盛土の場合、管のたわみ率が大きくなり、管にとって危険側となるが、この条件に対しては裏込め部の下に剛な捨てコンクリートを打設すれば、管の変形を管下部が硬い基盤に接する場合の変形程度まで抑制できることが分かっている。そこで、提案設計法では、管下部が盛土の場合も捨てコンクリートの打設を前提として、硬い基盤に接する条件に包含させた。ところが、提案設計法によってもなお、50mを超えるような高い盛土条件では設計許容値を超える場合が大半であるので、変形抑制対策が必要となる。

図-1に今回採用した対策工を示す。これは、管下部が盛土の場合に裏込め部の下に捨てコンクリートを打設し、これと併用して管の上下に、厚さが0.2D(D: 管の外径)の発泡スチロール(以下EPSと呼ぶ)を敷設するものである。EPSの敷設パターンは、管の上下、上、下の3通りとし、どの敷設パターンが最良かを遠心実験により判定することにした。

実験方法 2本の小型模型管(HDPE製の柔なF*管と硬質アルミ製の剛なR*管、表-1と図-2参照)を図-3に示すように埋めた。裏込め部は表-2に示すS0(乾燥砂)をロートによって流し込んで作成した。また、管頂から10cm上までの盛土部は、表-2に示すS30(シルト質砂)を仕上がり層厚2cmで締固めて作成し、その上に90cm厚さのS30の重量に相当する量の鉛の散弾を敷いた。F*管とR*管の曲げ剛性は、それぞれ実物のHDPE管、コンクリート管とほぼ等しい。捨てコンクリートは厚さ5mmの硬質アルミ板(表面粗)で模型化した。裏込め部に設置したEPSは密度が0.01g/cm³のもので、径6cm、厚さ2cmの供試体の圧縮試験で得られた圧縮応力~ひずみ曲線を図-4に示す。

この模型に遠心加速度を10gずつ100gまで加え、F*管では管の鉛直たわみ量 ΔD を、R*管では ΔD と管壁の曲げひずみ ϵ の

キーワード: 高盛土、排水管、変形、対策工、遠心模型実験

連絡先: 大阪市住吉区杉本3-3-138、大阪市立大学工学部土木工学科、東田 淳 (Tel & Fax 06-6605-2725)

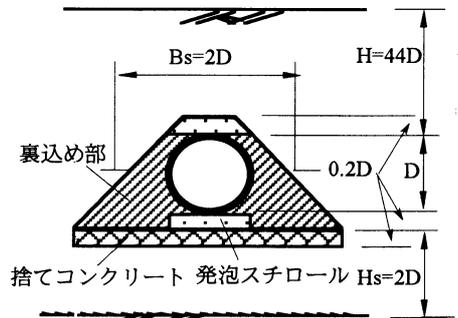
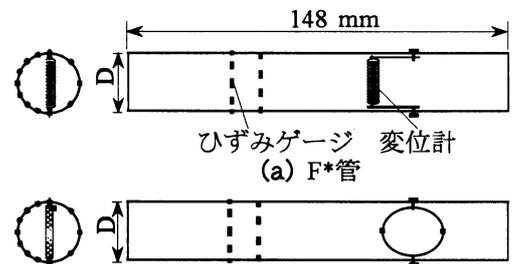


図-1 対策工



(a) F*管
(b) R*管
図-2 模型管

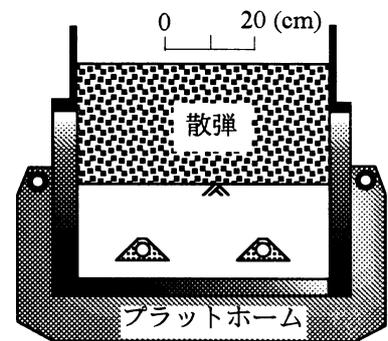


図-3 実験模型

表-1 模型管の諸元

pipe	材質	D (mm)	t (mm)	Sp (kPa)	Ep (MPa)	vp
F*	HDPE	23.01	0.94	42.1	679	0.4
R*	硬質アルミ	23.52	1.25	9820	74300	0.33

表-2 地盤材料の性質

地盤材料*	G _s	U _c	ρ _{dmax} (g/cm ³)	ρ _{dmin} (g/cm ³)	W _{opt} (%)	w (%)	ρ _d (g/cm ³)	D _r (%)
S0	2.65	1.75	1.58	1.32	—	0	1.43	47
S30	2.67	115	1.86	1.29	13.5	12	1.70	79

*S0: 瀬戸哇砂、S30: シルト質砂。

分布を測定した。100g場の原型換算盛土高さHは100mである。

実験結果 図-5に、柔なF*管の測定たわみ率 $\delta(=\Delta D/2R, R: \text{管厚中心半径})$ と原型管の外径 $D_p(=nD, n: \text{遠心加速度/重力加速度}, D: \text{模型管の外径})$ の関係を示す。図-6は、EPSを設置した実験終了後の管の変形の様子である。これらの図から、以下のことが分かる。①無対策(裏込めのみで、捨てコンクリートとEPS無し)の場合、 δ は D_p 、すなわち遠心加速度の増大につれて増え、最大16%となり、許容値(現行設計基準で3~5%、著者らの提案で10~15%)を超える。②捨てコンクリート打設によって、 δ は半減するが、最大7.5%で現行設計基準の許容値をクリアしない。③EPSを設置すると、どの場合も D_p の増大に伴って、始めは縦長に変形し、それから横長の変形モードに移行する。④EPSを管の上または下に設置した場合の δ は現行設計基準の許容値をクリアするが、 δ の変化からみて、EPSを管の上部に設置した場合が最良である。⑤EPSを管の上下に設置するのは縦長変形が大きいので、避けた方がよい。

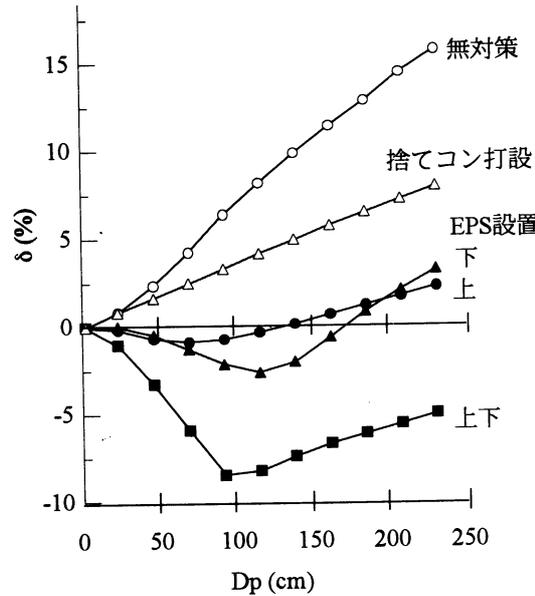


図-5 F*管の $\delta \sim D_p$ 関係

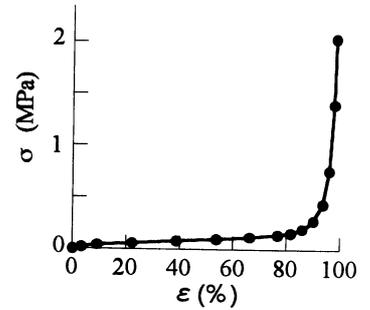


図-4 発砲スチロールの圧縮応力~ひずみ曲線

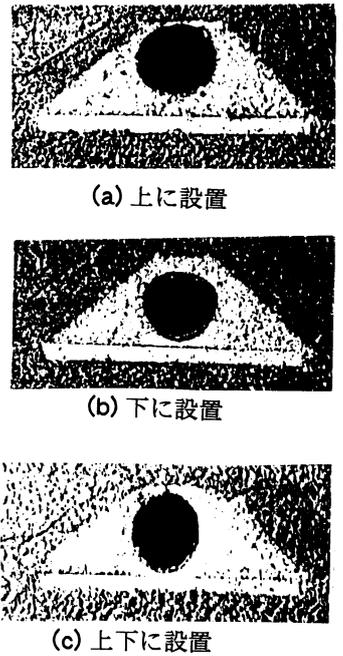


図-6 EPSを設置した時のF*管の変形

次に、剛なR*管の $\delta \sim D_p$ 関係を図-7に、また100g場で測定されたR*管の ϵ の分布を図-8に示す。

図-8の横軸は、管頂を 0° として左回りに測った角度で、縦軸の ϵ は管の内面が引張りの場合を正として表してある。R*管の δ は微少であるが、捨てコンクリート打設により δ は無対策の場合よりもわずかに増え、EPSを上部に設置した場合の δ の最大値は無対策の場合の δ の約1/3に減る。また、EPSを下部、ならびに上下に設置した場合は縦長変形となっている。図-8から、EPSを管の上または下に設置すると、R*管の最大 ϵ は減少することが分かるが、図-8の ϵ の大きさから判断して、今回採用した対策工ではコンクリート管の破損を防ぐまでには至らない。

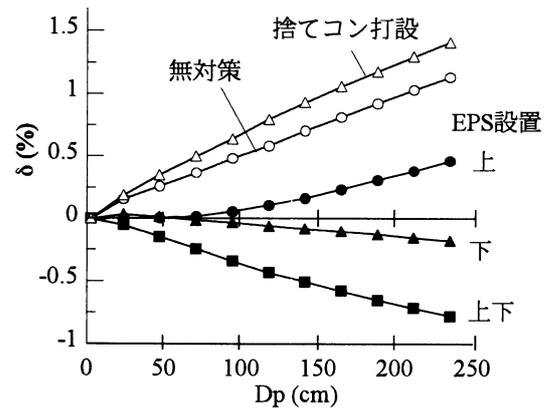


図-7 R*管の $\delta \sim D_p$ 関係

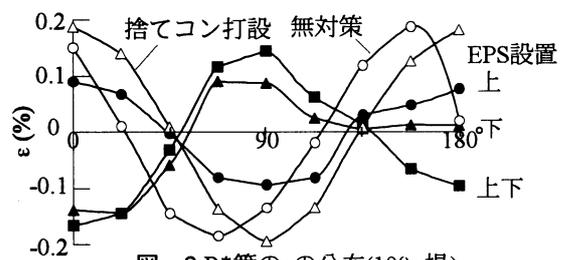


図-8 R*管の ϵ の分布(100g場)

結論 今回の研究により、最大100mの高さの高盛土下に排水管を安全に埋設するには、たわみ性の高いHDPE管を用い、管上部に $0.2D(D: \text{管の外径})$ 程度の厚さの発泡スチロールを設置すればよいことが分かった。なお、HDPE管に発生する曲げモーメントは常に抵抗曲げモーメントよりも小さいので、問題ない。

参考文献 1)東田・日野林他、高盛土下に埋設される排水管の合理的設計法の提案(その1)、(その2)、35回地盤工学会、2001。