

埋設条件下における樹脂管の長期的変形性能について

Long-Term Deformation Performance of Plastic Pipes under Buried Conditions

○藤本 光伸^{*}, 裕 昌也^{*}, 日野林 譲二^{**}, 澤田 豊^{***} 毛利 栄征^{****}
 Mitsunobu FUJIMOTO, Masaya HAZAMA, Jouji HINOYASHI,
 Yutaka SAWADA and Yoshiyuki MOHRI

1. 背景及び目的

農業用パイプラインは、土地改良事業計画設計基準「パイプライン」に従って設計されており、本設計基準では、管材の長期変形と強度を考慮して、50年後の安全性を確保する計算式を示している。しかし、この新たに導入された樹脂管における長期のEI値を算出するためのクリープ係数は、現在のところ暫定値であり埋設状態のパイプに対する実証的な検証が必要とされている。本研究では、地中に埋設されたパイプラインの長期的な変形特性に着目し、埋設実験によって埋め戻し地盤の締固め度や管種（剛性）が長期変形に与える影響について確認した。

2. 試験

2.1 実施内容

地中に埋設された状態のパイプラインの変形挙動を定量的に評価するために、温度環境を一定に保った恒温室内にて樹脂管の埋設実験を実施した。

供試管は、ポリエチレン管（PE管）およびガラス繊維強化ポリエチレン管（PE-GF管）として、鋼製土槽内（**図1**）に埋設し、一定荷重を載荷した状態で長期間の挙動をモニタリングすることで、埋設状況下における樹脂管のクリープ変形係数を算定した。

2.2 試験方法

Case1～Case4は埋設状態、Case5およびCase6は気中状態とした。埋設状態には、乾燥した霞ヶ浦砂を使用し、ハンドバイブレーターを用いて**表1**に示す地盤を作製した。基盤の密度管理は一層毎に投入した地盤材料の乾燥質量と、地盤の高さ測定による投入量管理で行った。なお、管内面には、鉛直方向と水平方向のたわみを計測する変位計を設置した。



図1 載荷状況

3. 試験結果

鉛直方向たわみ量の試験結果を**図2**に示す。

いずれのケースにおいても載荷直後から1,000時間程度までの発生たわみ量の変化は顕著で、その後はある一定の増加傾向を示している。なお、全てのケースで、10,000時間から23,044時間までの発生たわみ量は一定の比率で増加している。増分たわみ率は、載荷直後以降に生じたたわみ量から算出している。

表1 実験ケース

実験ケース	供試管	締固め度（D値）	
		基礎部	埋戻し部
Case1	PE管	95%	95%
Case2			85%
Case3	PE-GF管		95%
Case4			85%
Case5	PE管	—	—
Case6	PE-GF管	—	—

^{*}(株)栗本鐵工所, KURIMOTO, Ltd., ^{**}タキロンシーアイシビル(株), C.I. TAKIRONCIVIL Corporation, ^{***}神戸大学大学院農学研究科, Graduate School of Agricultural Science, Kobe University, ^{****}毛利ジオテック研究所, MOHRI GEOTECH Institute

キーワード：樹脂管、クリープ変形係数

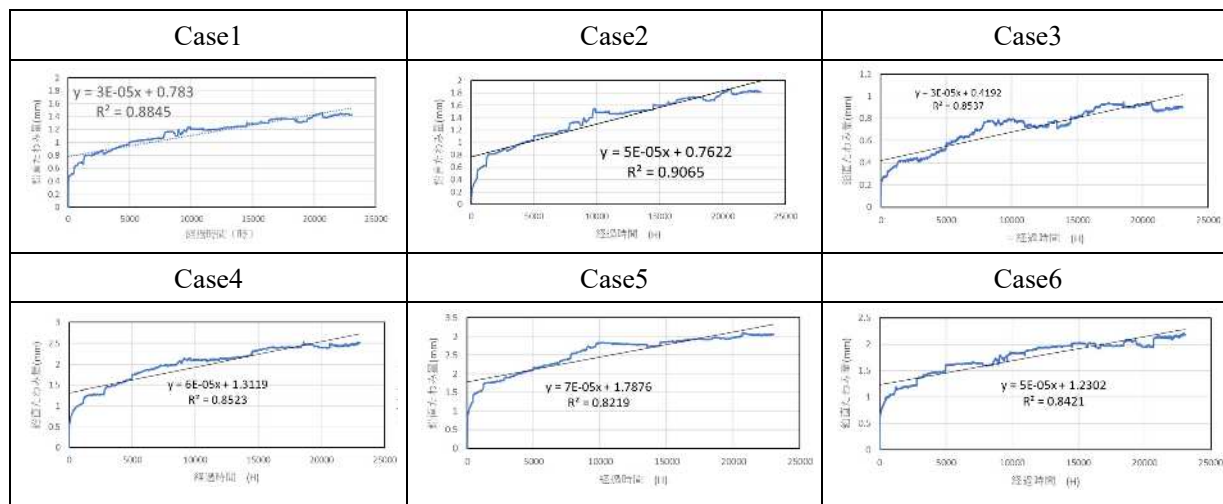
表 2 に载荷時間におけるたわみ率の変化とクリープ変形係数の関係を示す。本報文中のクリープ変形係数は、载荷直後（5分以内）のたわみ量（ δ_0 ）を 23,044 時間経過時のたわみ量（ δ_1 ）で除したたわみ比から求める方法とした。23,044 時間経過時のクリープ変形係数で比較すると、Case1（D 値 95%）と Case2（D 値 85%）の PE 管は 0.321 と 0.309 となり、この数値から締固め度の影響を確認することは

難しい。これは、23,044 時間後の増分たわみ率が 0.7% と 0.9% と小さく、十分な基礎材の反力が発揮されなかったことが考えられる。ただし、Case5 の気中でのクリープ変形係数と比較するとその比率は約 1.5（PE85/気中=0.309/0.212, PE95/気中=0.321/0.212,）となり地盤内に埋設されている変形抑制効果を確認できる。一方、Case3（D 値 95%）と Case4（D 値 85%）の PE-GF 管のクリープ係数は 0.614 と 0.515 であった。23,044 時間後の増分たわみ率は 0.29% と 0.8% であり、締固めによる変形抑制効果が表れている。また、Case6 の気中でのクリープ変形係数と比較するとその比率は約 3.5（PE-GF85/気中=0.515/0.155, PE-GF95/気中=0.604/0.155）となり、地盤内に埋設されている影響が認められる。

表 2 たわみ率の変化とクリープ変形係数

条件		項目	载荷直後 (%)	10000時間後 増分たわみ率	15190時間後 増分たわみ率	23044時間後 増分たわみ率
CASE1	PE95	たわみ率	0.334	0.597	0.638	0.706
		クリープ変形係数	1	0.359	0.344	0.321
CASE2	PE85	たわみ率	0.403	0.736	0.792	0.9
		クリープ変形係数	1	0.354	0.337	0.309
CASE3	PE-GF95	たわみ率	0.443	0.252	0.264	0.29
		クリープ変形係数	1	0.637	0.626	0.604
CASE4	PE-GF85	たわみ率	0.852	0.669	0.768	0.801
		クリープ変形係数	1	0.56	0.526	0.515
CASE5	PE	たわみ率	0.406	1.4	1.418	1.509
		クリープ変形係数	1	0.225	0.223	0.212
CASE6	PE-GF	たわみ率	0.127	0.584	0.64	0.691
		クリープ変形係数	1	0.179	0.166	0.155

図 2 载荷直後からの鉛直方向たわみ量の変化



4. まとめ

今回は、鋼製土槽を用いた小口径管を対象とした長期埋設試験であるが、埋設地盤の反力の影響を受けて変形が抑制され、気中の結果よりもクリープ変形し難いことが確認できた。ただし、締固め度の影響については、パイプの初期変形量が小さかったことから、地盤反力が十分に発揮されず明確な差異を確認することができなかった。

今後は、実用規模の中大口径管を対象とした実験等の試験データの蓄積と分析によって、樹脂管の地中での長期挙動を検証し、構造設計手法の検討を進める。