

不均一地盤が埋設管挙動に与える影響に関する有限要素法解析

3 Dimensional Numerical Analyses for Influence by Non-uniform Bedding on Pipe Behavior

百々宏晶*・河端俊典*・森上浩伸**・中島博文**

Hiroaki DODO, Toshinori KAWABATA, Hironobu MORIKAMI, Hirofumi NAKASHIMA

1. はじめに

近年多発する地震や集中豪雨等の影響により、埋設パイプライン周辺地盤の流亡、もしくは地盤構造の局所的な破壊が発生する事例が報告されている。そこで本研究では、3次元有限要素法を用い、不均一地盤内での埋設管の応力状態の検討を行った。

2. 解析概要

解析で模擬する埋設管の諸元を **Table 1** に示す。なお、埋設管の弾性係数は2点載荷試験により決定したものである。

解析には、20節点六面体アイソパラメトリック要素を使用する。解析に用いる有限要素メッシュの正面図と全体図を **Fig.1** に示す。埋め戻し地盤モデルは密詰め地盤と緩詰め地盤の2種類を使用し、これらを組み合わせることで不均一地盤条件を模擬する。また、地盤と埋設管のすべりはジョイント要素を設置することで表現する。地盤およびジョイント要素の諸元と、メッシュ要素数および節点数を **Table 1** に合わせて示す。

地表面に50kPa、100kPa、150kPa、200kPaの圧力载荷を行う。

不均一地盤条件の設定方法を以下に示す。埋設管モデルの下部の地盤を **Fig.2** のように分割し、さらに管軸方向に8等分する。この分割された地盤に密詰め地盤あるいはゆる詰め地盤のパラメータを与えることによって、不均一地盤状況を作製する。解析ケースは **Fig.3** に示す通りである。

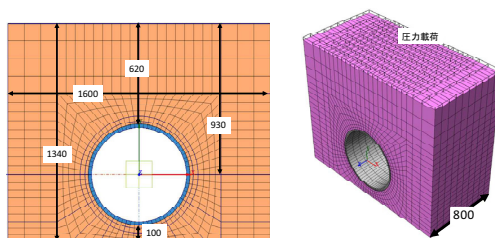


Fig.1 有限要素法メッシュ
Finite Element Mesh

Table 1 解析パラメータ
Analyses Parameters

埋設管 管厚中心半径	0.3m		
埋設管 管長	0.8m		
埋設管 管厚	0.02m		
埋設管 弾性係数	3000MN/m ²		
埋設管 ポアソン比	0.3		
埋設管 単位体積重量	14000N/m ³		
密詰め地盤 弾性係数	17000 kN/m ²		
緩詰め地盤 弾性係数	17kN/m ²		
地盤 単位体積重量	15000N/m ³		
地盤 ポアソン比	0.3		
ジョイント せん断方向剛性	1000MN/m ²		
ジョイント 鉛直方向剛性	0MN/m ²		
ジョイント 内部摩擦角	35°		
全要素数	14496	全節点数	61180

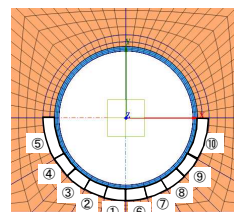


Fig.2 管支承部地盤分割
Modeling for bedding

*神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Agricultural Engineering, Kobe University, **農林水産省 Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries of Japan, 埋設管, 不均一地盤, 有限要素法

3. 解析結果と考察

Fig.4 は、A 断面および B 断面における地表面 150kPa 載荷時の管周曲げモーメント分布を示している。分布形状から、管断面が横長に変形していることがわかる。また、Case-2 および Case-3 の両ケースにおいて緩詰め地盤近傍の密詰め地盤箇所では曲げモーメントが Case-1 よりも負の方向に推移している。このことから、緩詰め地盤近傍では地盤状況急変による土圧の集中が発生し、局所的に負の曲げモーメントが発生していることがわかる。

Fig.5 は A 断面および B 断面における地表面 150kPa 載荷時の管周方向軸応力分布を示している。緩詰め地盤箇所では、軸応力が極めて小さく、管体に作用する拘束力が弱くなっていることがわかる。一方、B 断面においては、Case-2 および Case-3 の両ケースにおいて、Case-1 よりも大きな軸応力が発生している。これは、A 断面、C 断面において地盤反力が小さくなった結果、B 断面に地盤が集中したためであると考えられる。

また、Fig.6 は管軸方向のねじりモーメントの推移を示している。管体中央の B 断面において大きなねじりが発生していることがわかる。これは、緩詰め地盤に向かう形で、A 断面と C 断面付近がそれぞれ異なる方向へ変位することから、B 断面にねじりが発生したと考えられる。

4. まとめと今後の展望

不均一な地盤状況によって管体にねじりが発生することが確認された。今後は、施工過程等を考慮した非線形解析等を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 農林水産省：土地改良計画設計基準「パイプライン」基準書・技術書(1998)
- 2) 渡辺昇：土木工学のための複素関数論の応用と計算，朝倉書店（1981），pp.1-45，pp.303-336

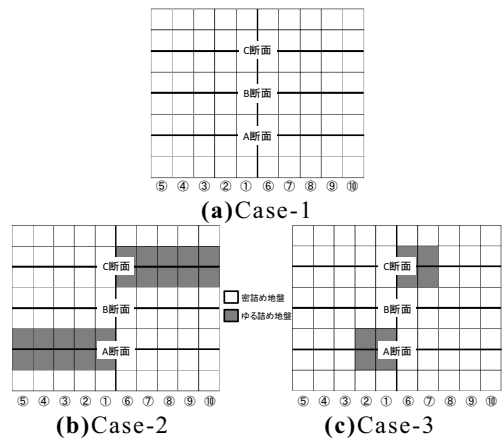


Fig.3 解析ケース
Cases of Analyses

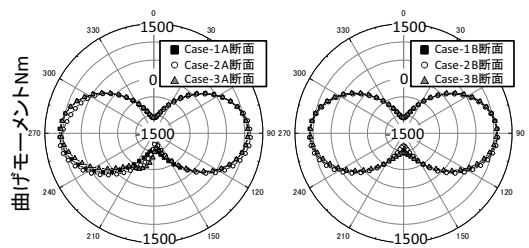


Fig.4 150kPa 載荷時曲げモーメント分布
Bending Moment Distribution

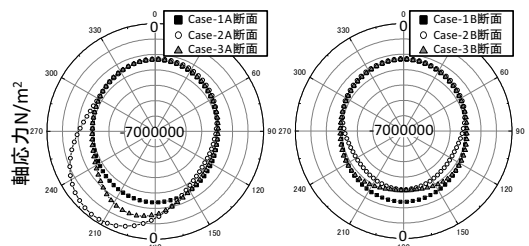


Fig.5 150kPa 載荷時軸応力分布
Axial Stress Distribution

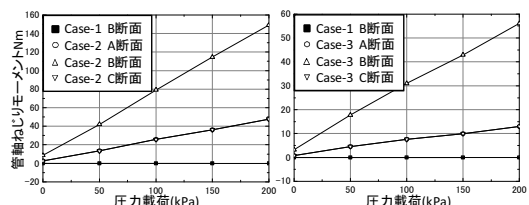


Fig.6 管軸ねじりモーメント
Torsional Moment