

DEMによる曲管部背面地盤の補強効果検討

DEM Analysis for Reinforcement Effect on Backside Ground of Buried Bend

澤田豊*・○灘本優太*・河端俊典*・毛利栄征**・中島博文***・志村和信***・内田一徳*
 Y.Sawada, Y.Nadamoto, T.Kawabata, Y.Mohri, H.Nakashima, K.Shimura and K.Uchida

1. はじめに

内圧管屈曲部に作用するスラスト力に対して、曲管背面地盤を矩形形状のジオグリッドにより補強する新たなスラスト防護工法を考案した。当提案工法を用いた水平載荷模型実験を行った結果、曲管の水平抵抗力が増加することが明らかになった。しかしながら、そのメカニズムについては明らかとなっていない。本研究では、個別要素法による埋設管の水平載荷シミュレーションを実施し、当提案工法による水平抵抗増加メカニズムについて検討した。

2. 解析概要

Fig.1 に解析モデルを示す。パイプは 20 角形トラス構造で模擬したφ110 の剛性パイプである。また、ジオグリッドは、バネで連結されたチェーン型の要素群である。ジオグリッドのバネ定数は、実験で使用したジオグリッドの引張試験結果にフィッティングするように決定した。地盤は幅 1.5m の境界に約 20000 個の要素を基床厚 0.2m および土被り 0.1m となるように充填することにより作製した。**Table 1** に解析に用いた地盤要素のパラメータを示す。地盤要素のパラメータは、無補強の地盤で行った管の水平載荷実験結果にフィッティングするように決定した。

解析は、無補強の地盤に管を埋設した CASE_A、管背面側に 110mm 離れた位置まで矩形形状のジオグリッドを敷設した CASE_B の計 2 ケースについて行った。

本解析では、地盤要素の充填完了後、パイプモデルを 10mm/sec. で右方向へ強制変位させ、パイプに作用する水平抵抗力、ジオグリッドに発生するひずみ、周辺地盤要素の法線方向接触力、せん断ひずみについて検討した。

3. 解析結果と考察

Fig.2 に水平抵抗力と水平変位の関係を示す。**Fig.2** から水平抵抗力は変位の増加に伴い増大し、ピーク値に達することがわかる。ピーク抵抗力は CASE_A で水平変位 5.5mm において約 2.9kN、CASE_B で変位 10.2mm において約 4.9kN である。ピーク抵抗力を比較すると、CASE_B のほうが CASE_A より 1.5 倍以上大きいことがわかる。すなわち、当提案工法がスラスト対策に対して極めて有効であることがわかる。

Fig.3 に示すパイプ変位 8mm 時の粒子間接触力分布図より、パイプ側面から大きな接触力が伝播していることがわかる。CASE_A では、管からの距離に伴い、接触力は小さ

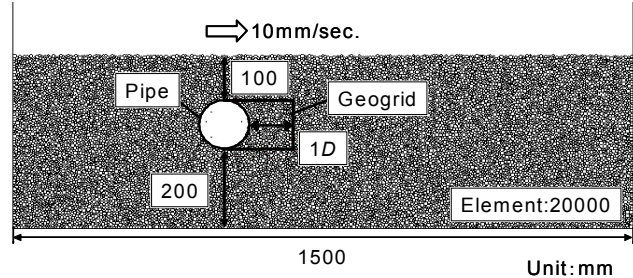


Fig.1 解析モデル概要図
Analytical Model

Table 1 DEM 解析に用いたパラメータ
Parameters for DEM Analysis

平均粒径	6.0×10^{-3} (m)
均等係数	1.52
要素密度	2.4×10^3 (kg
法線方向バネ係数	8.0×10^7
接線方向バネ係数	2.0×10^6
法線方向粘性係数	7.3×10^{-2}
接線方向粘性係数	1.9×10^{-2}
要素間摩擦角 ϕ_μ	24.0 (deg.)
転がり摩擦角 θ_r	24.0 (deg.)

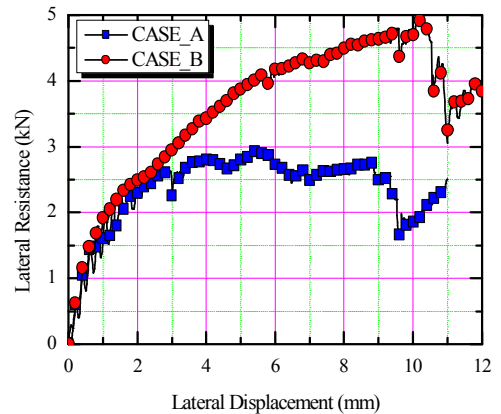


Fig.2 水平抵抗力-水平変位関係
Relationship between
Lateral Resistance and Lateral
Displacement

*神戸大学大学院農学研究科 Graduate School of Science and Technology, Kobe University **農村工学研究所施設資源部 National Institute for Rural Engineering ***北陸農政局 Hokuriku Regional Agricultural Administration Office
 埋設管, ジオシンセティック, 個別要素法

くることがわかる。一方、CASE_B では、鉛直方向に敷設されたジオグリッドの前方においても大きな接触力が伝播していることがわかる。このことから、CASE_B では、ジオグリッドにより囲まれた地盤が一体化し、より大きな接触力が前方に伝わったものと考えられる。

Fig.4 に示すパイプ変位 8mm 時の周辺地盤せん断ひずみ分布から、CASE_A では、パイプ側面および管頂部付近から斜め上方に 8%以上の大きなせん断ひずみが集中していることがわかる。また、この二つのせん断帯で囲まれた領域が地盤の受働領域であると考えられる。一方、パイプの移動方向とは反対側には、4~6%のせん断ひずみで囲まれた主働領域が存在することがわかる。両ケースを比較すると、ジオグリッドを設置した CASE_B では、管側面から発達するせん断ひずみが比較的小さく、より広範囲に存在していることがわかる。すなわち、ジオグリッドにより一体化した地盤中のせん断ひずみが減少し、一体化領域前方にまでせん断ひずみが発生したものと考えられる。

Fig.5 にパイプ変位 8mm 時のジオグリッドに発生するひずみ分布を示す。Fig.5 から矩形形状に敷設されたジオグリッドの上面および底面には、大きなひずみは発生していないことがわかる。一方、鉛直方向に敷設されたジオグリッドには、10000 μ 以上の大きな引張ひずみが発生している。すなわち、鉛直方向に敷設されたジオグリッドに発生する引張力によって、当工法の水平抵抗力が増加するものと考えられる。

これらの結果から、当提案工法を用いた場合、パイプの変位に伴う地盤のせん断変形に対して、矩形形状に敷設されたジオグリッドの引張力により抵抗し、ジオグリッド内部の地盤が一体化するものと考察される。

4. まとめ

圧力管曲部の背面

地盤をジオグリッドにより補強する新たなスラスト防護工法の水平抵抗力増加メカニズムを明らかにするため、個別要素法による埋設管の水平載荷シミュレーションを行った。

その結果、当提案工法によってパイプに作用する水平抵抗力が 1.5 倍以上増加することが確認された。また、水平抵抗力の増加は、パイプ前方に敷設されたジオグリッドに発生する引張力により、ジオグリッド内側の領域が一体化することに起因することが明らかとなった。

参考文献

河端俊典・澤田豊・毛利栄征・柏木歩・泉明良・花澤貴文・内田一徳：ジオグリッドを用いた曲管部背面地盤の補強効果に関する模型実験，H20 年度農業土木学会大会講演要旨集，2008。（投稿中）

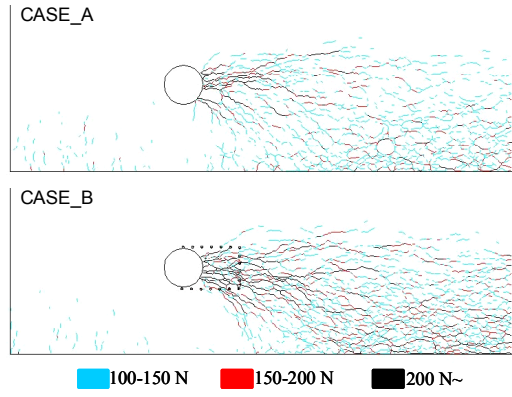


Fig.3 要素間接触力分布
Contact Force between Particles

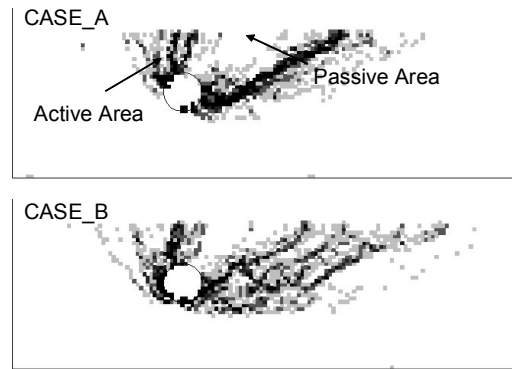


Fig.4 周辺地盤のせん断ひずみ分布
Shear Strain of Ground

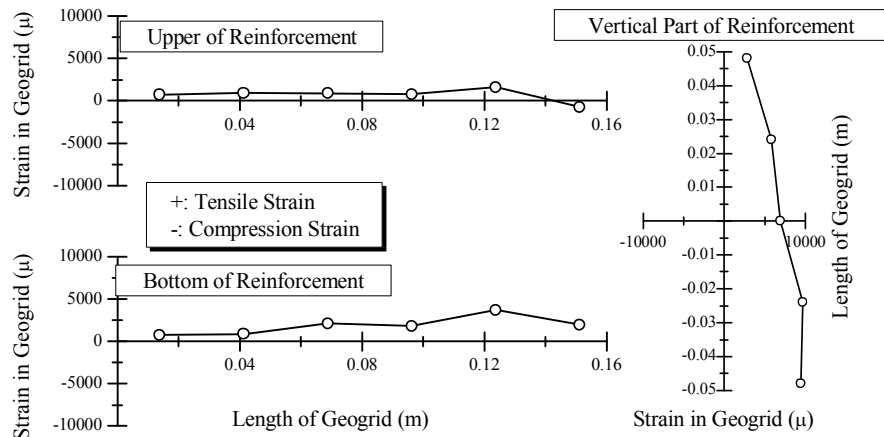


Fig.5 ジオグリッドのひずみ分布
Strain Distribution of Geogrid