

圧力管路屈曲部スラスト防護工法の水平抵抗力の推定 Estimation of Lateral Resistance Force by Thrust Restraint on Buried Pipe Bends

○喜多田 恵 太田遥子 澤田 豊 河端俊典
Megumi Kitada, Yoko Ohta, Yutaka Sawada and Toshinori Kawabata

1. はじめに

圧力管路屈曲部に作用するスラスト対策として、砕石およびジオグリッドを用いた軽量スラスト防護工法が考案されている。しかしながら、その設計手法は未だ確立されておらず、実務にほとんど適用されていない。本研究では、当工法の抵抗力をより正確に評価することを目的に、模型管の水平載荷実験を実施し、既往研究の剛体ブロック抵抗力算定式をふまえ、実験結果より当工法の抵抗力について簡易推定を行った。

2. 実験概要

実験装置の概要を Fig. 1 に示す。土槽は幅 1000 mm，奥行き 1100 mm，高さ 580 mm で，珪砂 ($\rho_s=2.64\text{g/cm}^3$) を用いて相対密度が 80%の密な地盤を作製した。模型管は外径 $D=89\text{ mm}$ ，長さ 300 mm の塩化ビニル製直管である。模型管を水平方向に 0.1 mm/s で約 50 mm 載荷し，水平抵抗力と変位を計測した。

軽量スラスト防護工法には，引張強度 3.0 kN/m のポリエチレン製ジオグリッドと内部の埋戻し材として砕石（平均粒径 7.1 mm）を使用した。対策工主働側と受働側の長さ L は 89 mm ($G_{1.0D}$)，67 mm ($G_{0.75D}$)，45 mm ($G_{0.5D}$) とした。 $G_{1.0D}$ では，ジオグリッドの剛性を 1/2 と 1/4 に変更したケースも実施した。剛体ブロックモデルは合板で模擬した。地盤と対策工の摩擦を一致させるため，ブロック表面にはジオグリッドを張り付けた。ブロックの寸法は軽量スラスト防護工法と同寸法にし，ケース名は $B_{1.0D}$ ， $B_{0.75D}$ ， $B_{0.5D}$ とした。

3. 水平抵抗力の算定

ブロックを水平載荷した際の抵抗力 P_u は，ブロックと仮定した破壊領域に作用する力のつり合いより導出された，Fig. 2 中の算定式で求められる¹⁾。

軽量スラスト防護工法を用いた場合に発生する水平抵抗力 R は，ジオグリッドの曲げや伸びの影響を受け，ブロックの水平抵抗力よりも小さくな

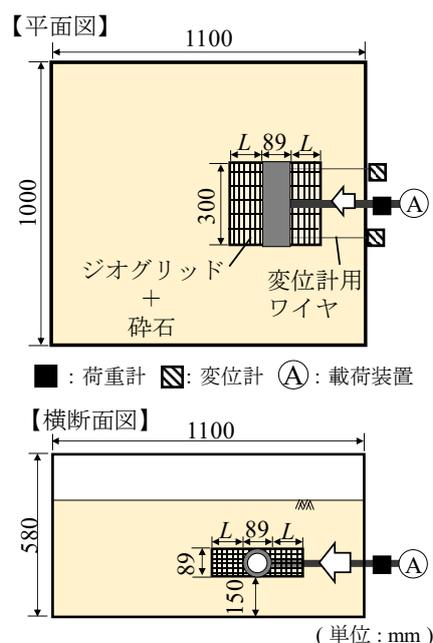


Fig. 1 : 実験概要
Experimental setup

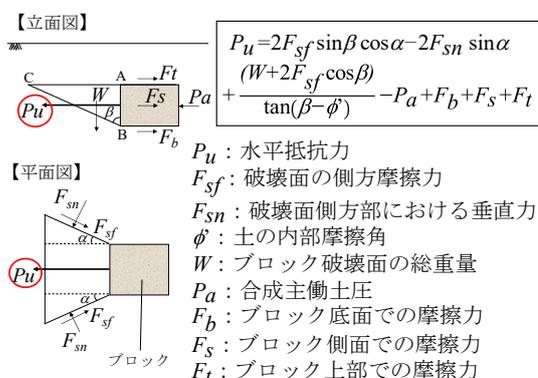


Fig. 2 : ブロック受働側の破壊領域¹⁾
Idealized failure zone in the passive area

ることが予想される。本研究では、 P_u と R の関係は式 (1) で表されると考えた。

$$R = \alpha \cdot \beta \cdot P_u \quad (1)$$

ここで、 α : ジオグリッドの曲げ変形による低減係数、 β : ジオグリッドの伸び変形による低減係数である。

4. 実験結果および考察

Fig. 3 に変位と抵抗の関係を示す。対策工を施したすべてのケースで無対策のケースよりも抵抗力が大きいことから、対策工の有効性を確認できる。**Fig. 4** に同寸法ごとのブロックと軽量スラスト防護工法の実験で得られたピーク抵抗力を示す。最小二乗法を用いて求めた回帰直線より、軽量スラスト防護工法のピーク抵抗力は、ブロックのピーク抵抗力の 95.6% になることがわかる。これは、荷重に伴ってジオグリッドに曲げ変形が生じたことが影響しているものと考えられる。よって、今回は曲げ変形による低減係数を $\alpha=0.956$ とした。また、**Fig. 3** よりジオグリッドの剛性を変更した場合でも、水平抵抗力のピーク値に大きな差異は認められない。管路主働側と受働側の抵抗力は異なった変位でピークを迎えることから、必ずしもジオグリッドの剛性の増加に伴い、ピーク抵抗力が増加しない。ゆえに、本実験ではジオグリッドの伸び変形の影響を考慮しないこととした ($\beta=1.0$)。

以上の低減係数を用いた式 (1) より、軽量スラスト防護工法の水平抵抗力のピーク値 R を計算した。作製したブロックの抵抗力計算値は算定式の P_u を採用した。実測値と式 (1) による計算値の比較を **Fig. 5** に示す。計算値は実測値よりも過小評価しているものの、概ね一致していることがわかる。したがって、ブロック水平荷重時の抵抗力算定式に低減係数を乗じることで、軽量スラスト防護工法の水平抵抗力を推定できると考えられる。

5. おわりに

軽量スラスト防護工法の抵抗力をより正確に評価することを目的に、模型管の水平荷重実験を実施した。既往研究の提案式から計算される剛体ブロックの抵抗力を基準値とし、本実験結果からジオグリッドの曲げ、伸び変形による低減係数を与えた結果、計算値は実測値と概ね一致したことから、剛体ブロックの抵抗力算定式が軽量スラスト防護工法の抵抗力の推定にも適用可能であることがわかった。

引用文献

- 1) Jadid, R., Abedin, Z., Shahriar, A.R. and Arif, Z.U. (2018) : Analytical Model for Pullout Capacity of a Vertical Concrete Anchor Block Embedded at Shallow Depth in Cohesionless Soil, *Int. J. Geomech.*, **18**(7), 06018017, [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)GM.1943-5622.0001212](https://doi.org/10.1061/(ASCE)GM.1943-5622.0001212)

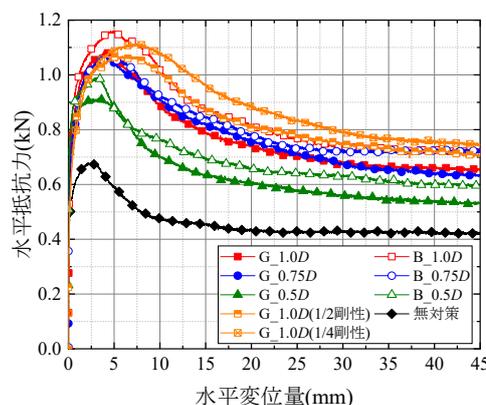


Fig. 3 : 変位と抵抗の関係
Relationship between horizontal displacement and lateral resistance

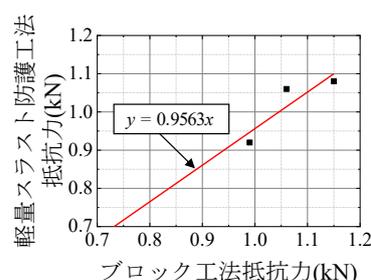


Fig. 4 : ブロックと軽量スラスト防護工法の抵抗力
Resistance force of block and lightweight thrust method

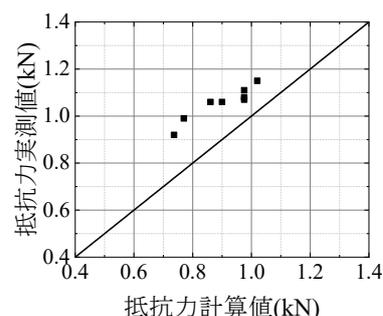


Fig. 5 : 実測値と計算値の比較
Comparison between actual and calculated values