

地盤補強用細径鋼管の支持メカニズムに関する実験的研究 (その3: 先端支持力係数 α とまとめ)

小規模建築物 小口径鋼管 載荷試験
地盤補強

正 ○ 勇田 泰*1 正 高田 徹*1
正 長坂 光泰*1 正 長尾 俊昌*2

1. はじめに

本報その3では、その2¹⁾に示した載荷試験結果のうち、パイプ頭部の荷重-沈下関係と、パイプ先端から上方0.25mに取り付けたひずみゲージの測定値から計算した先端抵抗(先端荷重)-沈下関係を詳細に分析し、地盤補強用細径鋼管の先端支持力係数 α 、および α の求め方について考察する。

2. 実験結果 (荷重-沈下量の関係)

図1にパイプ周面処理を行っていないNo.6, No.7の荷重-沈下量の関係を示す。図には、パイプ頭部(載荷荷重)-沈下量, 先端抵抗-沈下量, および摩擦抵抗-沈下量の結果が示されている。なお先端抵抗は、パイプ先端から上方0.25mの位置に取り付けたひずみゲージから求め、摩擦抵抗は載荷荷重から先端抵抗を差し引いて図示した。

同様、フリクションカット材(以下、FC材)を塗布したNo.8, No.9の荷重-沈下量の関係を図2に示す。

図1, 図2中で着色した範囲は、摩擦抵抗または摩擦抵抗と先端抵抗が降伏したことによりパイプの沈下挙動が短時間で急変した領域を表している。なお測定間隔は1分とし、1段階毎の荷重増分は、その2¹⁾で示したパイプ耐力の測定結果や計算値を考慮してパイプ周面処理を行っていないNo.6, No.7は、4~6kN, FC材を塗布したNo.8, No.9は1~2kNとした。

3. 先端支持力係数 α

3.1 α の算定方法

載荷試験による先端抵抗 R_p はパイプ先端から上方0.25mの位置に取り付けたひずみゲージから求めたので、純粋な先端支持力に加え、0.25m分の摩擦抵抗も含まれている。ここでは、式1により見掛けの先端支持力係数 α を求めた。

$$\alpha = R_p / (\bar{N} \cdot A_p) \dots\dots\dots (1)$$

R_p : 先端抵抗 (kN)

\bar{N} : パイプ先端から上下0.25m区間の平均換算 N 値

A_p : パイプ先端断面積 (m²) = 0.00185 m²

3.2 α の算定結果と考察

表1に各パイプの α の計算結果を示す。

表1 先端平均換算 N 値と先端支持力係数 α

パイプNo.	6	7	8	9	10	11
パイプ周面処理	無処理		フリクションカット材		先行掘削	
先端換算 N 値	10.2	10.2	9.8	9.8	10.4	10.8
先端支持力係数 α	243	247	437	389	107	247

先行掘削したNo.10, No.11の α は107~247と大きな差が見られるが、FC材を塗布したNo.8, No.9の α は389~437, 無処理のNo.6, No.7の α は243~247であった。これより、パイプ周面処理の方法、すなわちパイプの周

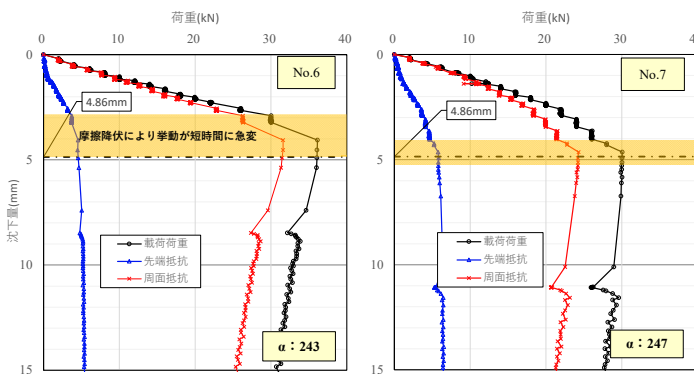


図1 パイプ周面無処理のパイプの荷重-沈下量の関係 (No.6, No.7)

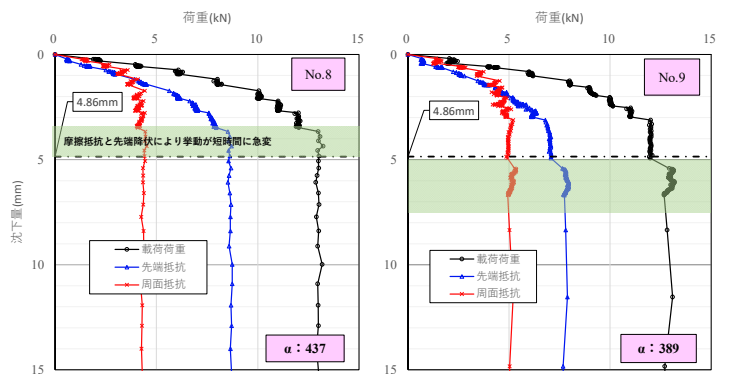


図2 フリクションカット材を塗布したパイプの荷重-沈下量の関係 (No.8, No.9)

A experimental study on bearing mechanism of extra-fine steel pipe used for ground reinforcement (Part3: End bearing capacity coefficient α)

YUDA Yasushi, TAKATA Toru
NAGASAKA Mitsuyasu, NAGAO Toshiaki

面摩擦抵抗の違いによって α が大きく変わる傾向が見られた。

以下に、表1、図1~2をもとにパイプ周面処理を行っていない場合とFC材を塗布した場合の特徴について考察する。

①パイプ周面無処理の場合 (No.6, No.7)

- ・全ての荷重領域で載荷荷重に対する摩擦抵抗の比率が極めて高い。最大荷重時での摩擦抵抗の比率は、No.6で87%、No.7で84%となっている。
- ・摩擦抵抗が極限（降伏点）に達した直後にパイプ耐力の低下を起こしている。
- ・摩擦抵抗が低下している間も、先端荷重は漸増している。
- ・摩擦抵抗が極限に達すると、短時間のうちに沈下が急激に進み、これ以降の沈下挙動も急激に進行する。これは、摩擦抵抗が極限に達した後に急速に低下し、摩擦抵抗の低減分の荷重が一気に先端へ伝達された結果、急速な沈下が生じたものと解釈する。
- ・摩擦抵抗が極限に達する付近での荷重増分が4~6 kNと大きいいため、挙動の急変に対応できるデータの測定間隔になっていない。つまり、 α を正確に求めるには挙動が急変する付近での荷重増分を減らすか測定間隔を短縮する必要があると考えられる。

②FC材を塗布した場合 (No.8, No.9)

- ・FC材を塗布した影響により載荷荷重に対する摩擦抵抗の比率は低くなっている。最大荷重時での摩擦抵抗の比率は、No.8で36%、No.9で41%となっている。
- ・パイプの挙動は、無処理のNo.6, No.7に比べて摩擦抵抗の挙動特性に支配されにくい。
- ・摩擦抵抗は、降伏後も耐力低下がほとんど生じずほぼ一定値に保たれている。
- ・摩擦抵抗が降伏する時点での沈下量は、無処理のNo.6, No.7に比べてかなり小さい(2 mm付近)。
- ・摩擦抵抗が降伏する付近での荷重増分が、No.6, No.7より小さく設定されている(1 kN)。
- ・摩擦抵抗が極限に達する付近の先端支持力が、比較的正確に測定できている。結果として、No.6, No.7と比較して α を精度よく測定できていると考えられる。

3.3 α を精度良く求めるための方策

本工法のようなパイプや細径鋼管(ストレート管)を用いた地盤補強工法では、鋼管の鉛直支持力に対する摩擦抵抗の比率が極めて高く、支持力特性が摩擦抵抗の挙動に支配され、通常実施される鉛直載荷試験では先端部にひずみゲージを貼付けたとしても、摩擦抵抗が降伏する付近からそれ以降の先端支持力の挙動、しいては先端支持力係数 α を精度良く求めることは難しい。 α を正確

に求めるには、以下の対策を講じた載荷試験が必要だと考える。

- ① FC材等により鋼管周面の摩擦抵抗を極力低減する。
- ② 載荷荷重(頭部荷重)に対する摩擦抵抗の比率が低くなるよう、軟弱層の直下に硬質層が存在する地盤で、かつ支持地盤が浅い条件で載荷試験を行う。
- ③ 予備試験で載荷荷重-沈下量関係(摩擦抵抗)が降伏する荷重を見極め、本試験では降伏荷重前後の荷重増分を極力小さくして載荷する。
- ④ データのサンプリング間隔を極力短くし、試験中は常にモニタリングする。

4. まとめ

本報その1~3で示した地盤補強用のパイプに関する簡易載荷試験結果および載荷試験結果を以下にまとめる。

- ① その2¹⁾では、経過時間やパイプ長の違いによるパイプ耐力の増加率と異なる摩擦処理を施したパイプの鉛直載荷試験の結果から以下のことを確認した。
 - ・パイプ耐力の増加は、打設後1~3時間が著しい。
 - ・パイプ長が長いほど、増加率が高くなる。
 - ・24時間程度経過すると、概ね計算値以上に増加する。
 - ・周面無処理のパイプでは、摩擦抵抗が支配的で、計算値の1.3倍以上でパイプ耐力も同様な傾向となる。
 - ・FC材を塗布したパイプの摩擦抵抗は、計算値の0.3倍、先端抵抗は1.5倍以上となった。
 - ・先行掘削したパイプは、地盤の乱れが影響してばらつきのある結果となった。
- ② 本報その3では、先端支持力係数 α を精度良く求める方法について考察した。
 - ・パイプ周面無処理の α は245程度であった。摩擦抵抗が極限に達した後、急激に進行した沈下の影響で、極限先端支持力が十分に把握できなかった。
 - ・パイプ周面処理の α は400程度であった。これはFC材で摩擦抵抗が大幅に低減されたことで、先端抵抗が精度良く計測できたためだと考える。また、摩擦抵抗が極限に達しても、耐力低下が殆ど生じずほぼ一定値に保たれていた。

今後は、複数の異なる現場で無処理とFC材の比較実験を実施して、パイプ長や摩擦抵抗に応じた支持力係数 α の設定ができればと考える。

参考文献

- 1) 小川侑子・他：地盤補強用細径鋼管の支持メカニズムに関する実験的研究(その2:試験結果)、日本建築学会大会学術講演梗概集(北海道)(投稿中)、2022.9

*1 設計室ソイル

*2 大成建設

*1 Soil Design

*2 Taisei Corporation