

スクリー羽根付き補強芯材の仕様が地山補強土工の引抜き抵抗に与える影響

日特建設株式会社 正会員 ○横山一輝， 石垣 幸整， 窪塚 大輔， 三上 登

1. はじめに

近年、鉄道盛土や道路盛土の耐震補強、豪雨対策が実施される中、盛土地盤の安定化を図るために地山補強土工が数多く採用されている。既に供用している構造物下の盛土補強を行う場合、工期短縮や狭隘な場所など厳しい条件での施工を求められることが多い。また従来の地山補強土工は、削孔排泥や汚水の流出防止、注入材逸走への事後対応といった周辺環境への配慮に多大な労力を必要とする。

地盤基礎の分野では、低強度な地盤の支持力増強方法の一つとして、セメント材料を用いず、スクリー形状の羽根を施した鋼管杭を無排土で回転挿入することで、周辺地盤を締め固め、地盤支持力を高める事例が増えている。既往研究<sup>1)</sup>では、この杭が引抜き抵抗を負担する場合、杭のせん断破壊面はスクリー羽根の径を直径とした円筒形状を呈すると考えられている。

筆者らは、スクリー羽根を施した補強芯材の引抜き抵抗を応用することで、グラウト注入の不要な環境に優しく効率的な地山補強土工を開発できると考えた。そこで本報告では、スクリー羽根付き補強芯材

の仕様が地山補強土工の引抜き抵抗に与える影響を、実大盛土にて実験した結果を報告する。

2. 実験概要

表-1に実験条件を示す。2種類の盛土に、羽根径や羽根の連続性が異なる補強芯材を用いた地山補強土を複数施工し、載荷試験により極限引抜き抵抗を確認した。また削孔径φ100mm（二重管）の従来工法を同地盤に施工し、極限引抜き抵抗を比較した。地盤強度をSH貫入試験で計測した結果、両地盤ともN値3～5であった。削孔機械は小型軽量ボーリングマシンを使用し、ボーリングロッド先端に補強芯材を取り付け、押し込み力を与えず、一定の回転速度で削孔長2.5mまで排土なく回転挿入した。写真-1に施工状況写真を示す。

図-1は実験に使用した補強芯材の概要図、表-2は補強芯材の実験ケースである。実験ケースは、羽根径と

表-1 実験条件

| 項目／地盤 | 砂質盛土 | 粘性土質盛土 |
|-------|------|--------|
| N 値   | 3～5  | 3～5    |
| 削孔角度  | 45°  | 30°    |
| 削孔長   | 2.5m | 2.5m   |



写真-1 施工状況写真(地盤:砂質盛土)

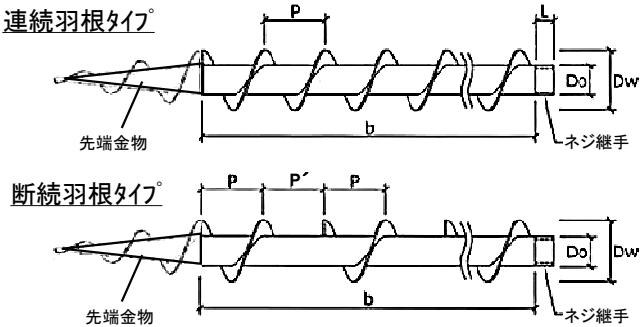


図-1 補強芯材の概要図



表-2 補強芯材の実験ケース

| No. | 羽根径 Dw(mm)             | 羽根ピッチ P(mm) | 芯径 Do(mm) | 羽根連続性      |
|-----|------------------------|-------------|-----------|------------|
| 1   | 100                    | 100         | 50        | 連続         |
| 2   | 150                    | 100         | 50        | 連続         |
| 3   | 100                    | 100         | 50        | 断続(P'=200) |
| 4   | 150                    | 100         | 50        | 断続(P'=300) |
| 5   | 従来工法(削孔径φ100 異形鉄筋 D25) |             |           |            |

キーワード 地山補強土工，スクリー羽根，引抜き抵抗  
連絡先 〒103-0004 東京都中央区東日本橋 3-10-6 日特建設株式会社技術開発本部 TEL03-5645-5115

羽根の連続性が引抜き抵抗に及ぼす影響を比較するために、羽根径 Dw をφ100 mmとφ150 mmの2種、羽根が連続的に芯材に付くタイプと断続的に付くタイプの2種の計4ケースとした。なお、全ての補強芯材先端にはスクリー羽根を施した円錐形の金物（先端金物）を付けている。

3. 実験結果と考察

**3.1 載荷試験結果** 表-3 に載荷試験結果の一覧を示す。砂質地盤と粘性土質地盤の間で、補強芯材の極限引抜き抵抗に顕著な差は確認されなかった。羽根径φ100 mmとφ150 mm試験体の極限引抜き抵抗力の比較では、羽根径φ150 mmが羽根径φ100 mmの平均1.2倍の極限引抜き抵抗であることを確認した。羽根の連続性の違いによる極限引抜き抵抗力の比較では、連続羽根タイプと断続羽根タイプとの顕著な差は確認されなかった。削孔径φ100 mmの従来工法の極限引抜き抵抗との比較では、羽根径φ100 mm試験体が従来工法の1.0～1.1倍、羽根径φ150 mm試験体が1.2～1.3倍であることを確認した。

**3.2 羽根径比と羽根応力の関係** 図-2 に削孔長1mあたりの引抜き抵抗と、それを羽根面積で除した羽根応力と、羽根径 Dw を芯径 Do で除した羽根径比 Dw/Do との関係を示す。地盤及び羽根の連続性に関係なく、羽根径比が大きいほど削孔長1mあたりの引抜き抵抗は大きくなるが、羽根応力は小さくなる傾向があり、羽根径比が小さい方が効率的に極限引抜き抵抗を地盤に作用させられるといえる。この傾向について、載荷試験時の回転杭のせん断破壊面が羽根径を直径とした円筒形状を呈するという既存研究<sup>1)</sup>も同様の傾向を報告している。今回の実験でいずれの地盤でも羽根径φ100 mm試験体の引抜き抵抗が、削孔径φ100 mmの従来工法と同程度であったことは、スクリー羽根付き補強芯材が従来工法の試験体と載荷時に同程度の直径をもった円筒形のせん断破壊面にて引き抜けたためと推測される。羽根径φ150 mm試験体の引抜き抵抗が、従来工法の試験体の1.5倍を下回ったことは、羽根径比が大きかったことが原因と考えられる。羽根径φ150 mm試験体は羽根径φ100 mm試験体に比べ、羽根径比が大きく、周辺地盤の圧密効果が小さかった結果、載荷時に羽根径を直径とした円筒形せん断破壊面にならなかったと考えられる。したがって、羽根径φ150 mm試験体の芯径 Do を大きくして羽根径比を羽根径φ100 mm試験体

表-3 載荷試験結果一覧

| No. | 羽根径 Dw (mm) | 羽根径比 Dw/Do | 羽根連続性 | 盛土地盤 | 削孔長1mあたりの引抜き抵抗 (kN/m) |
|-----|-------------|------------|-------|------|-----------------------|
| S-1 | 100         | 2.1        | 連続    | 砂    | 21.1                  |
| S-2 | 150         | 3.1        | 連続    | 砂    | 24.3                  |
| S-3 | 100         | 2.1        | 断続    | 砂    | 21.1                  |
| S-4 | 150         | 3.1        | 断続    | 砂    | 27.5                  |
| S-5 | 従来工法        |            |       | 砂    | 20.7                  |
| C-1 | 100         | 2.1        | 連続    | 粘性土  | 23.3                  |
| C-2 | 150         | 3.1        | 連続    | 粘性土  | 26.1                  |
| C-3 | 100         | 2.1        | 断続    | 粘性土  | 21.7                  |
| C-4 | 150         | 3.1        | 断続    | 粘性土  | 28.5                  |
| C-5 | 従来工法        |            |       | 粘性土  | 22.0                  |

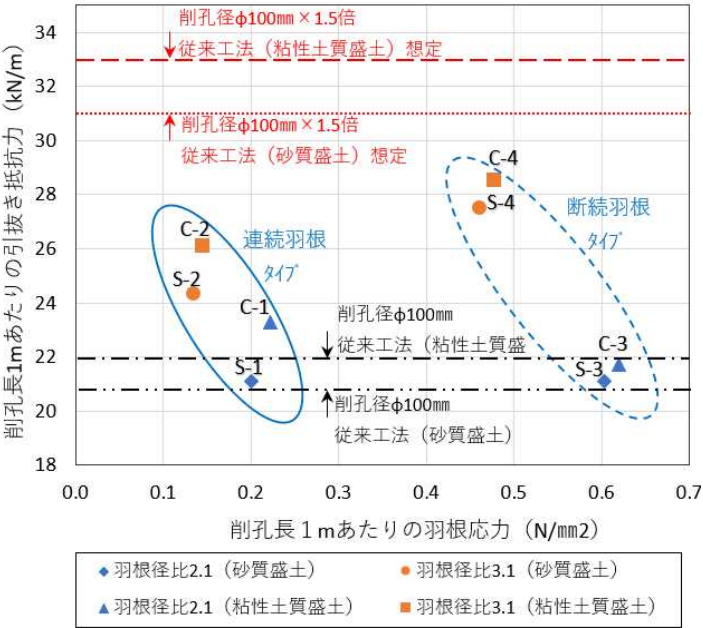


図-2 引抜き抵抗・羽根径比・羽根応力の関係

と同じにすれば、引抜き抵抗向上の可能性がある。また羽根枚数を1/3に減少させた断続羽根タイプは、連続羽根タイプに比べ、引抜き抵抗が減少せず、羽根径比や羽根応力との関係性も変わらないため、より経済的な補強材製作ができると考えられる。

4. まとめ

スクリー羽根付き補強芯材を用いた地山補強土工において、羽根径や羽根の連続性の違いが引抜き抵抗に与える影響を実大盛土実験にて検討した。その結果、羽根径φ100 mm、羽根径比2.1のスクリー羽根付き補強芯材が、削孔径φ100 mmの従来工法と同程度の引抜き抵抗を発揮することを確認した。また羽根径比に留意すれば、本工法の引抜き抵抗を従来工法のように、羽根径を直径とした円筒形補強材の引抜き抵抗として考えられる可能性を示唆した。

**参考文献** 1) 永田誠ほか：回転圧入鋼管杭の引抜き抵抗の研究,新日鉄技報,第382号,2005