

建設技術審査証明事業(住宅等関連技術)

報 告 書

BL 審査証明-014

ダイレクトアース工法 (小口径回転貫入鋼管 「ディー・アーススクリュー」を用いた基礎工法)

依頼者: サンコーテクノ株式会社



2024年8月

建設技術審査証明協議会会員
一般財団法人 ベターリビング

序

一般財団法人ベターリビングでは、より安心安全で、より環境に優しく、よりサステナブルな住宅等の実現に貢献することをミッションの一つとしています。建築基準法の性能規定化が実施されて以降、民間主体で住宅等に関わる新材料、新工法の開発が活発に進められており、それらの新技術を第三者機関が公正中立に試験・評価するニーズがますます高まっていると考えられます。

このような背景から、当財団では、民間において研究・開発された新技術の建設事業への適正かつ円滑な導入を図り、もって建設技術水準の向上を図ることを目的に、建設技術審査証明協議会の会員として、民間で開発された住宅等の建築、維持保全等に係わる施工技術の技術審査、証明等を行う「建設技術審査証明事業（住宅等関連技術）」を実施いたしております。

このたび、サンコーテクノ株式会社より「ダイレクトアース工法」（小口径回転貫入鋼管「ディー・アーススクリュー」を用いた基礎工法）に関する審査、証明等の依頼があり、当財団が定めた「建設技術審査証明事業（住宅等関連技術）実施要領」に基づき、学識経験者等からなる「地盤・基礎技術審査委員会」（委員長 末政直晃 東京都市大学教授）を設置し、そのご指導のもとに審査いたしました。

本報告書は、「ダイレクトアース工法」に関する技術審査の内容を広く関係機関に紹介し、なお且つその活用を促すことを目的として作成したものであります。この技術の特長が遺憾なく発揮され、広く社会で活用されることを期待しております。

最後に、審査にご尽力頂いた委員長をはじめ委員各位に厚くお礼を申し上げます。

2024 年 8 月

一般財団法人 ベターリビング
理事長 眞 鍋 純

技術審査証明書



BL 審査証明-014

技術名称：ダイレクトアース工法
(小口径回転貫入鋼管「ディー・アーススクリュー」
を用いた基礎工法)

(開発の趣旨)

地盤掘削工事(坑下、基礎)を担っている場合、土壌構造物に作用する水平力により、基礎には引抜き力が発生する。この引抜き力に対しては、土壌構造物及び基礎の自重による抵抗を考慮して設計を行うが、自重よりも引抜き力が上回る場合、鉛直荷重から定まる基礎形状より大きくする必要がある。また、現場打ちコンクリートにより基礎を築造する場合には、養生期間を確保する必要があり、全体工期短縮の阻害要因となる。

これらの課題を解決するために、ディー・アーススクリューにより土壌構造物からの荷重を支持する基礎工法を開発した。当該工法により、従来工法に比べ基礎寸法を小さくできる場合があるとともに工期の短縮が期待できる。

(開発の目標)

- (1) 小型試験機によりディー・アーススクリューの引抜き試験を実施した場合における地盤の地盤引抜き抵抗力を(1)式により算定できること
$$R_{eq} = 0.06 \times c \times D \times L \quad \dots (1) 式$$

R_{eq} : 地盤の地盤引抜き抵抗力 (kN)
c : 小型試験機を用いた引抜き試験により得られた地盤の地盤引抜き抵抗力 (kN)
D : ディー・アーススクリュー (ダイレクトアース工法 設計・施工マニュアル サンコーテクノ株式会社発行)
L : 引抜き試験により求めた地盤の地盤引抜き抵抗力を地盤の地盤支持力として算定できること
- (2) ディー・アーススクリューの製品管理方法が規定した施工品質を確保するものとして妥当であること

本技術開発の検証範囲は、以下とする。

- ・地盤：本技術の開発対象とする地盤は、粒径が0.075mm以下かつ比重が2.65以下、含水比が30%以下のものとする。ただし、地盤の含水比が30%を超える場合は、地盤の含水比が30%以下となるよう調整する。
- ・地盤の地盤引抜き抵抗力：ディー・アーススクリューの引抜き試験により得られた地盤の地盤引抜き抵抗力 (kN) を、地盤の地盤支持力として算定できること。
- ・地盤の地盤引抜き抵抗力：ディー・アーススクリューの引抜き試験により得られた地盤の地盤引抜き抵抗力 (kN) を、地盤の地盤支持力として算定できること。

一般財団法人ベターリビング建設技術審査証明事業(住宅等関連技術)実施要領に基づき、依頼のあった上記の「ダイレクトアース工法(小口径回転貫入鋼管「ディー・アーススクリュー」を用いた基礎工法)」の技術内容について、下記のとおり開発目標を達成していることを証明する。

2014年6月5日(初版)

2024年8月21日(更新)

建設技術審査協議会会員



一般財団法人 ベターリビング

理事長 眞鍋 純

記

1. 技術審査の結果

本技術について、審査の依頼の趣旨、開発の目標に照らして審査された結果は、以下のとおりである。

- (1) 小型試験機によりディー・アーススクリューの引抜き試験を実施した場合における地盤の地盤引抜き抵抗力は、(1)式により算定できることが確認された。
- (2) 引抜き試験により求めた地盤の地盤引抜き抵抗力を地盤の地盤支持力として算定できることが確認された。
- (3) 製品管理、材料試験及び施工管理によりディー・アーススクリューの製品管理方法が規定した施工品質を確保するものとして妥当であることが確認された。

2. 技術審査の前提

提供された資料には、審査に反する記載がないものとする。

3. 技術審査の範囲

審査範囲は、審査証明依頼書により示された開発の趣旨、開発の目標に照らして、審査範囲の方法により確認した範囲とする。

4. 技術審査の詳細

(別 記)

5. 審査証明の有効期限

審査証明日～2029年6月26日

6. 依頼者名及び住所

サンコーテクノ株式会社 (千葉県成田市南成山3-10-16)

地盤・基礎技術審査委員会
委員名簿

(敬称略、順不同)

委員長	末政 直晃	東京都市大学 工学部 都市工学科 教授
委員	渡辺 一弘	独立行政法人都市再生機構 本社 技術調査部 リーダー
〃	高森 洋	株式会社W A S C 基礎地盤研究所 代表取締役
〃	二木 幹夫	一般財団法人 ベターリビング 常務理事

(2014 年 6 月現在)

委員長	末政 直晃	東京都市大学 工学部 都市工学科 教授
委員	二木 幹夫	一般財団法人 ベターリビング 総括役 (建築基礎・地盤技術高度化担当)
〃	久世 直哉	一般財団法人ベターリビング 技術評価部 主席試験研究役
〃	服部 和徳	一般財団法人ベターリビング 技術評価部 主席試験研究役

(2019 年 8 月変更審査時)

建設技術審査証明事業（住宅等関連技術）報告書
ダイレクトアース工法
（小口径回転貫入鋼管「ディー・アーススクリュー」を用いた基礎工法）

目 次

I. 技術審査の概要

1. 審査証明対象技術	I-1
2. 開発の趣旨	I-1
3. 開発の目標	I-2
4. 審査証明の方法	I-3
5. 審査証明の前提	I-3
6. 審査証明の範囲	I-3
7. 審査証明の結果	I-3
8. 適用範囲及び留意事項	I-4
9. 審査証明経緯	I-4

II. 技術審査の詳細

1. 小型試験機によりディー・アーススクリューの引抜き試験を実施した場合における 地盤の極限引抜き抵抗力は、(1)式により算定できることに関する検討	II-1
2. 載荷試験による地盤の極限支持力を引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗力 と同じ値として設定できることに関する検討	II-2
3. ディー・アーススクリューの製品管理方法が安定した施工品質を確保するものとして 妥当であることに関する検討	II-3

III. 審査証明申請資料（依頼者提出資料）

1. 対象技術の概要
2. 設計・施工マニュアル

< 参考資料 >

- 参考 1 杭の載荷試験成績書 12-5340
参考 2 杭の載荷試験成績書 13-0270

＜本報告書を参考にする場合の留意事項＞

- (1) 「Ⅰ編 技術審査の概要」は、本技術審査の結果を証する技術審査証明書の主な記載事項と技術審査委員会からの「留意事項及び付言」を取りまとめたものである。
- (2) 「Ⅱ編 技術審査の詳細」は、依頼者の責任において実施・作成・提出された性能確認試験データ等の資料に基づいて行った技術審査の結果を取りまとめたものである。
- (3) 「Ⅲ編 審査証明申請資料」及び「参考資料」は、依頼者の責任において作成・提出された資料の内、対象技術の普及にあたり、本技術審査委員会が報告書への掲載が妥当であると認めた資料を取りまとめたものである。

I . 技術審査の概要

1. 審査証明対象技術

1.1 審査証明依頼者

会社名：サンコーテクノ株式会社

代表者：代表取締役社長 洞下 英人

住 所：千葉県流山市南流山 3-10-16

1.2 技術の名称

ダイレクトアース工法

(小口径回転貫入鋼管「ディー・アーススクリュー」を用いた基礎工法)

1.3 技術の概要

ダイレクトアース工法は、回転貫入により施工される鋼管（商品名：ディー・アーススクリュー）を用いた基礎工法である。

ディー・アーススクリューは、先端がテーパ状になった小口径の鋼管の周面にスパイラル状の羽根が設けられたものであり、その回転により生じる推進力を利用し地盤中に貫入施工し、鋼管と地盤境界面の抵抗により上部構造物からの荷重を支持するものである。ディー・アーススクリューの施工は、ハンド型の電動回転工具を用いて行うことができるため、重機を搬入できない斜面や狭小地、上部に障害物が有る場所でも施工可能であるところに特徴がある。

2. 開発の趣旨

布基礎や置き基礎（以下、基礎）を採用している場合、上部構造物に作用する水平力により、基礎には引抜き力が発生する。この引抜き力に対しては、上部構造物及び基礎の自重による抵抗を考慮して設計を行うが、自重よりも引抜き力が上回る場合、鉛直荷重から定まる基礎形状より大きくする必要がある。また、現場打ちコンクリートにより基礎を築造する場合には、養生期間を確保する必要があり、全体工期短縮の阻害要因となる。

これらの課題を解決するために、ディー・アーススクリューにより上部構造物からの荷重を支持する基礎工法を開発した。当該工法により、従来工法に比べ基礎寸法を小さくできる場合があるとともに工期の短縮が期待できる。

3. 開発の目標

開発の目標を以下の (1) から (3) に示す。

- (1) 小型試験機※によりディー・アーススクリューの引抜き試験を実施した場合における地盤の極限引抜き抵抗力を(1)式により算定できること

$$tRu = 0.86 \times ctRu \quad \cdots (1) \text{式}$$

tRu : 地盤の極限引抜き抵抗力(kN)

$ctRu$: 小型試験機を用いた引抜き試験により得られた地盤の極限引抜き抵抗力(kN)

※テクノテスター（ダイレクトアース工法 設計・施工マニュアル サンコーテクノ株式会社参照）

- (2) 引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗力を設計に用いる地盤の極限支持力として設定できること

- (3) ディー・アーススクリューの製品管理方法が安定した施工品質を確保するものとして妥当であること

4. 審査証明の方法

上記開発の目標を以下に示す方法により証明している。

- (1) 小型試験機によりディー・アーススクリューの引抜き試験を実施した場合における地盤の極限引抜き抵抗力を(1)式により算定できることの証明は、同一地盤における小型試験機を用いた場合と「杭の鉛直載荷試験方法・同解説 第1回改訂版」(公益社団法人地盤工学会)に適合した試験装置(以下、学会式試験装置)を用いた場合のディー・アーススクリューの引抜き試験結果の比較により行われている。
- (2) 引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗力を設計に用いる地盤の極限支持力として設定できることの証明は、同一地盤におけるディー・アーススクリューの載荷試験と引抜き試験結果の比較及び既往の文献調査により行われている。
- (3) ディー・アーススクリューの製品管理方法が安定した施工品質を確保するものとして妥当であることの証明は、「ディー・アーススクリュー製品管理手順 サンコーテクノ株式会社」の内容について書類審査、材料試験及び工場調査により行われている。

5. 審査証明の前提

提出された資料には、事実と反する記載がないものとする。

6. 審査証明の範囲

審査証明は、審査証明依頼者により示された開発の趣旨(第2項)、開発の目標(第3項)に対して、審査証明の方法(第4項)により確認した範囲とする。

7. 審査証明の結果

本技術について、前述の開発の趣旨、開発の目標に照らして審査された結果は、以下のとおりである。

- (1) 小型試験機によりディー・アーススクリューの引抜き試験を実施した場合における地盤の極限引抜き抵抗力は、(1)式により算定できることが確認された。
- (2) 引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗力を設計に用いる地盤の極限支持力として設定できることが確認された。
- (3) 書類審査、材料試験及び工場調査によりディー・アーススクリューの製品管理方法が妥当なものであることが確認された。

8. 適用範囲及び留意事項

8.1 適用範囲

本対象技術の適用範囲は、以下とする。

- ・建物：木造の建築物で2階建て以下かつ延べ面積が500m²以下かつ高さ13m・軒高9m以下のもの、及び木造以外の建築物で平屋かつ延べ面積が200m²以下のもの
で居室と見なされるおそれのある室がないもの（喫煙ボックス、東屋、カーポート、物置小屋等）、仮設建築物、及び太陽光パネルや農業用ハウス等の施設
- ・適用地盤：地表面から、ディー・アーススクリューの根入れ深さ位置より呼び径分（96mm）下方の深さまでの区間におけるN_{sw}が4以上の地盤（N_{sw}：スクリューウェイト貫入試験における1mあたりの半回転数）

本工法の施工にあたっては、審査時に提出された「ダイレクトアース工法 設計・施工マニュアル サンコーテクノ株式会社」に基づく必要がある。

8.2 留意事項

本工法を建築物の基礎に適用する場合には、その規模や用途により地業として必要な耐力と耐久性が確保されていることの確認が必要となる場合がある。したがって、建築物への適用に際しては、この点を留意することが求められる。

9. 審査証明経緯

- （1）初回申請については、2014年6月5日付けで技術審査を終了し、技術審査証明書を発行した。
- （2）今回（第1回）の変更申請は、スパイラル部の材質を中華人民共和国国家標準GB/T700のQ195からQ235Bに変更し、ディー・アーススクリューの製品管理方法を追加したものである。これらについては、書類審査、材料試験及び工場調査により、当該変更及び追加事項における申請内容の適切さについて確認し、審査委員会の承認を得て、2019年8月27日付けで変更後の技術審査証明書を発行した。
- （3）第2回更新申請における変更事項については、JIS A1221の改定に伴う試験名称の変更（スウェーデン式サウンディングをスクリューウェイト貫入試験とすること）及びJIS H8641の改定に伴う表面処理番号の変更（HDZ55をHDZT77とすること）であり、いずれも技術内容に変更がない。また、当該技術が採用された過去5年間の実物件において、不具合事例が報告されていないことが書類審査によって確認されたため、2024年8月21日付けで技術審査証明書の有効期限を2029年8月26日とした。

II. 技術審査の詳細

1. 小型試験機によりディー・アーススクリューの引抜き試験を実施した場合における地盤の極限引抜き抵抗力は、(1)式により算定できることに関する検討

小型試験機を用いた場合における地盤の極限引抜き抵抗力算定方法の妥当性を証明するために以下に示す内容について確認を行った。

地盤の極限引抜き抵抗力を試験により求める場合の方法は、「杭の鉛直載荷試験方法・同解説 第1回改訂版（公益社団法人 地盤工学会）」（以下、学会試験方法）に準拠することが「建築基礎構造設計指針（一般社団法人 日本建築学会）」に規定されている。学会試験方法においては、地盤から決まる杭の引抜き抵抗に影響を及ぼさないための杭と反力装置の離間距離が設定されている。

依頼者が提案する小型試験機は、ディー・アーススクリューと反力装置の離間距離が学会試験方法の規定値よりも小さいため、反力装置の地表面に対する拘束により地盤の極限引抜き抵抗力が過大に評価される可能性がある。

このため、同一条件下で小型試験機を用いた場合と学会試験方法に適合した載荷試験装置（以下、学会式試験装置）を用いた場合の引抜き試験を実施（試験体数：6組・12体）し、両者の結果から小型試験機を用いた場合における引抜き試験結果から学会式試験装置を用いた場合における地盤の極限引抜き抵抗力を推定するための補正（低減）係数を設定している。この補正係数は、同一条件下で実施した試験結果より算定される個々の補正係数の平均値と標準偏差を考慮し、90%信頼区間の下限值に相当する数値が設定されている。なお、試験結果から得られた補正係数は、平均値 1.12、標準偏差 0.20 であり、これらの数値と 90%信頼値に対する係数 1.3 より、 $0.86 (=1.12 - 1.3 \times 0.20)$ が補正係数の値となる。

また、スパイラル部の材質を中華人民共和国国家標準 GB/T700 の Q195 から Q235B に変更した場合であっても、材料の降伏点及び引張強さが大きくなること、伸びは小さくなるが構造計算において伸びを期待していないことにより、地盤の極限引抜き抵抗力を低下させるおそれはないと判断される。

以上により、小型試験機によりディー・アーススクリューの引抜き試験を実施した場合における地盤の極限引抜き抵抗力は、(1)式により算定できるものと判断される。

2. 載荷試験による地盤の極限支持力を引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗力和同じ値として設定できることに関する検討

引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗力を地盤の極限支持力として設定することの妥当性を証明するために以下の内容について確認を行った。

既往の調査報告により、杭における引抜き時の周面摩擦力は、その押込み時の値とほぼ等しい、もしくは小さくなる^{*}とされている。

ディー・アーススクリーウの長さ及び地盤を同一条件とした場合における載荷試験と引抜き試験結果（試験体数：7 組・14 体）の比較により、地盤の極限支持力は、地盤の極限引抜き抵抗力以上であることが確認されている。

以上により、引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗力を地盤の極限支持力として設定できるものと判断される。

※一般社団法人 日本建築学会「建築基礎構造設計指針」,2001.10

3. ディー・アーススクリューの製品管理方法が安定した施工品質を確保するものとして妥当であることに関する検討

ディー・アーススクリューの製品管理方法が安定した施工品質を確保するものとしての妥当性を証明するために以下の内容について確認を行った。

依頼者が作成した「ディー・アーススクリュー製品管理手順 サンコーテクノ株式会社」（以下、製品管理手順）に、製造管理方法、品質検査方法（特に、全数に対する強度特性に係る品質検査の実施）、記録・保存方法、不具合発生時の対応方法等、施工品質を確保するために必要であると考えられる事項が設定されていることが書類審査によって確認されている。

ディー・アーススクリューの製造・加工作業について、製品管理手順に定められた通りに実施並びに管理されていることが工場調査によって確認されている。

ディー・アーススクリューに使用されている材料（軸部、スパイラル部、フランジ部）について、所定の強度特性を有することが材料試験によって確認されている。

以上により、ディー・アーススクリューの製品管理方法が安定した施工品質を確保するものとして妥当であると判断される。

以上

Ⅲ. 審查証明申請資料 (依頼者提出資料)

1. 対象技術の概要

目次

1. 対象技術	Ⅲ- 1
1.1 技術の概要	Ⅲ- 1
1.2 工法の特長	Ⅲ- 1
1.3 適用範囲	Ⅲ- 2
1.3.1 小口径回転貫入鋼管「ディー・アーススクリュー」	Ⅲ- 3
1.4 施工品質管理方法	Ⅲ- 7
1.4.1 事前調査	Ⅲ- 8
1.4.2 本調査	Ⅲ- 9
1.4.3 施工品質管理	Ⅲ-12
1.5 施工方法	Ⅲ-15
1.5.1 現地確認	Ⅲ-15
1.5.2 遣り方・墨出し	Ⅲ-15
1.5.3 先孔穿孔	Ⅲ-15
1.5.4 スクリュー施工	Ⅲ-16
1.5.5 レベル確認	Ⅲ-16
1.6 従来の技術との対比	Ⅲ-17
2. 開発の趣旨	Ⅲ-18
3. 開発の目標	Ⅲ-18
4. 開発目標達成の確認方法	Ⅲ-19
5. 開発目標 1 の確認	Ⅲ-20
5.1 地盤の引抜き方向の許容支持力算定式の検討	Ⅲ-20
5.1.1 既存の算定式	Ⅲ-20
5.1.2 本工法の仕様に基づいた算定式の検討	Ⅲ-20
5.2 地盤の許容支持力の検討	Ⅲ-21
5.2.1 試験概要	Ⅲ-21
5.2.2 試験体条件	Ⅲ-22
5.2.3 試験結果	Ⅲ-22
5.2.4 同地盤における極限引抜き抵抗力和極限支持力の比較	Ⅲ-26
5.2.5 地盤の許容支持力算定式の検討	Ⅲ-27
6. 開発目標 2 の確認	Ⅲ-28
6.1 杭中心から反力板端部までの反力の距離による引抜き抵抗力の確認	Ⅲ-28
6.1.1 試験概要	Ⅲ-28
6.1.2 試験体条件	Ⅲ-29
6.1.3 試験結果	Ⅲ-30
6.2 補正係数の検討	Ⅲ-33

1. 対象技術

1.1 技術の概要

本工法は、小口径回転貫入鋼管「ディー・アーススクリュー」（以下スクリューとも呼ぶ）を用いた、置き基礎や簡易な布基礎に代わる基礎工法である。

ディー・アーススクリューは、先端がテーパ状になった鋼管と、その周面に設けられたスパイラルによって構成された、地盤に回転貫入させて埋込む製品である。施工は、ハンド型の電動回転工具によって行い、重機が搬入できない斜面や狭小地、天井高が低い場所で埋込むことができる。

適用地盤は、原則としてスクリューウェイト貫入試験によって地表面から根入れ深さの下部 $1d$ (d : 杭径) までの N_{sw} が 4 以上であることを確認した地盤とする。

ディー・アーススクリューの抵抗機構は、基礎底部の先端支持力を考慮せず、周面摩擦力のみを考慮する。したがって、支持力についても周面摩擦力のみを考慮する。

地盤の引抜き方向の許容支持力は、平成 13 年国土交通省告示（以下、平 13 国交告）第 1113 号第 5 三号の表の(1)項の式にしたがって、引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗力より算定する。地盤の長期並びに短期の許容支持力は、引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗力を用いて算定できる。水平抵抗力は、建築基準法の技術解説書や各指針類に従って検討する。

原位置で実施する引抜き試験は、専用の小型試験機を用いて行うことができる。

1.2 工法の特長

本工法は、以下の特長がある。

(1) 現地の地盤に合わせた許容支持力が算定できる。

現地でディー・アーススクリューの引抜き試験を実施することによって、現地の地盤に合わせた許容支持力を設定することができる。

(2) 引抜き試験によって、地盤の極限支持力を得ることができる。

ディー・アーススクリューを用いた地盤の極限支持力は、引抜き試験によって求めた地盤の極限引抜き抵抗力と同じ値として設定することができる。

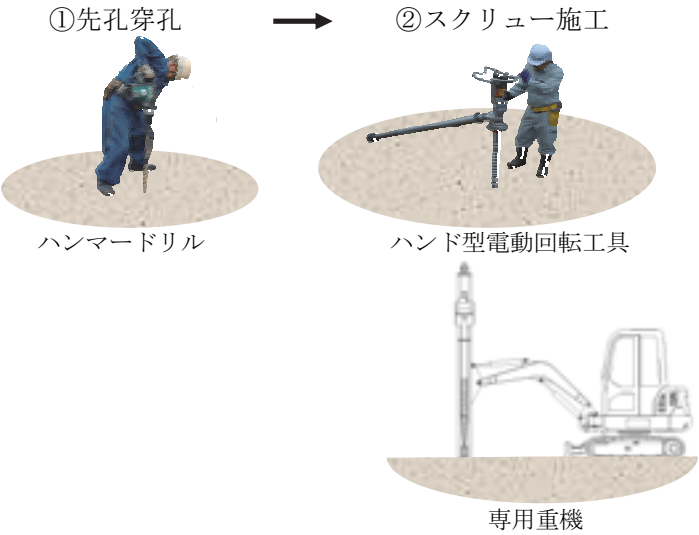
(3) 小型試験機により、簡便に引抜き試験ができる。

小型試験機は、現地調査や施工確認で引抜き試験の実施を容易にするため、架台、加力装置（ジャッキ、ポンプ）、計測器（ロードセル、変位計、記録部）が一体となった本工法の専用機であり、計測した地盤の引抜き抵抗力に補正係数を適用することで、地盤工学会基準による引抜き試験方法と同等の数値を得ることができる。

1.3 適用範囲

本工法の適用範囲を示す。

表 1.3-1 適用範囲一覧

適用範囲	a) 四号建物で居室とみなされるおそれのある室がない建築物の基礎 喫煙ボックス、東屋、カーポート、物置小屋など （個別の事案ごとに建築主事への確認が必要） b) 仮設建築物の基礎 c) 太陽光パネルや農業用ハウス等の施設
適用地盤	地表面から根入れ深さの下部 1d までの N_{sw} が 4 以上の地盤 （d：杭径＝96mm） ただし、液状化の恐れのある地盤を除く
杭の外径	96mm ※スパイラル外径
根入れ深さ	800mm～1400mm
先孔穿孔の ドリル径	0mm（先孔なし）～76mm、標準径 40mm
施工機械	ハンド型電動式回転工具、または専用重機
標準施工方法	①先孔穿孔 → ②スクリー施工  ハンマードリル ハンド型電動回転工具 専用重機 施工手順は、設計・施工マニュアルに従って行う。

1.3.1 小口径回転貫入鋼管「ディー・アーススクリュー」

(1) 基本形状と仕様

本工法に適用する小口径回転貫入鋼管「ディー・アーススクリュー」の基本形状と仕様を示す。

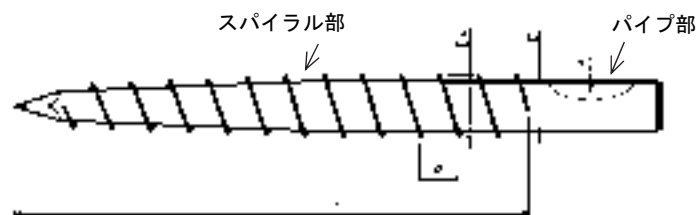


図 1.3-1 ディー・アーススクリュー基本形状

表 1.3-2 ディー・アーススクリュー仕様 (単位: mm)

パイプ部	径 (D)	76
	厚さ (t)	3.6 以上
スパイラル部	外径 (Ds)	96 (先端テーパ部を除く)
	長さ (l)	600 以上 (スクリュー先端からの長さ)
	ピッチ (P)	60

(2) 製品形状と仕様の例

杭頭に上部構造との接続に用いるフランジを設けた場合の製品の形状例と仕様例を示す。

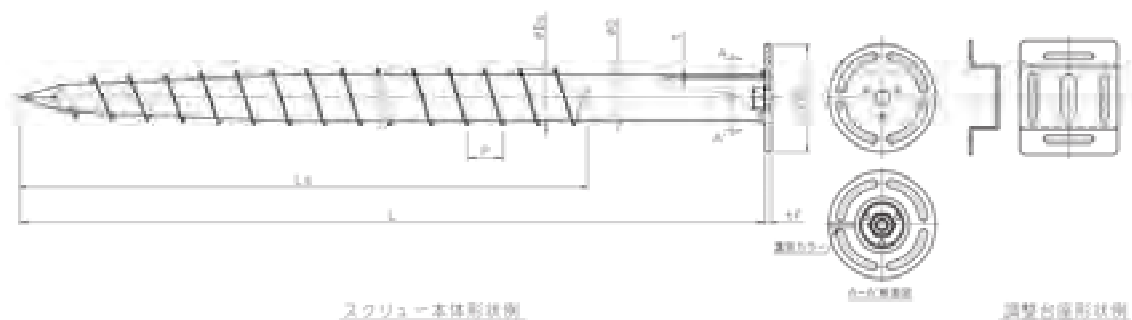


図 1.3-3 ディー・アーススクリュー製品形状例

表 1.3-3 ディー・アーススクリュー製品仕様例 (単位：mm)

品番		DES-R76X1300	DES-R76X1600
パイプ部	全長 (L)	1300	1600
	厚さ (t)	3.6	3.75
	径 (D)	76	
スパイラル部	長さ (Ls)	1000	1200
	外径 (Ds)	96	
	ピッチ (P)	60	
フランジ部	外径 (Df)	180	
	厚み (tf)	10	
識別カラー		青	黒

表 1.3-4 ディー・アーススクリュー製品の材質仕様例

部位	規格No.	種類	厚さ (mm)
パイプ部	GB/T 3091	Q235	3.6、3.75
スパイラル部	GB/T 700	Q235	3
フランジ部	GB/T 700	Q235	8、10
調整台座部	GB/T 700	Q235	4.5、6.0

(3) 材質

①規格

ディー・アーススクリューを構成する部材の材質を表 1.3-5 に示す。また、ディー・アーススクリューに用いる鋼材の機械的性質を表 1.3-6 に、化学成分を表 1.3-7 に示す。

パイプ部の材質は、中国人民共和国国家標準GB/T 3091に規定されたQ235Bを用いる。

スパイラル部の材質は、中華人民共和国国家標準GB/T 700に規定されたQ235Bを用いる。

表 1.3-5 ディー・アーススクリューの材質

部位	規格 No.	種類
パイプ部	GB/T 3091	Q235B
スパイラル部	GB/T 700	Q235B

表 1.3-6 機械的性質

規格名称	鋼材名	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
GB/T 700	Q235B	235以上	370～500	26以上
GB/T 3091	Q235B	235以上	370以上	15以上

表 1.3-7 化学成分

規格名称	鋼材名	C	Mn	Si	S	P
GB/T 700 GB/T 3091	Q235B	0.20 以下	1.40 以下	0.35 以下	0.045 以下	0.045 以下

②品質

材料の品質は、サンコーテクノ株式会社が自社で運用するISO9001マネージメントシステム（品質マニュアル：QSM体系図）のQMS規定「検査管理標準」に準じて、受入検査、定期的な試験、工場監査を行い管理する。化学成分と機械的性質は、受入検査でロット毎の鋼材証明書（ミルシート）によって確認する。機械的性質は、一般財団法人ベターリビングによる定期的な試験を行い、規格値を満たしていることを確認する。材料と鋼材証明書等が適正に管理・保管されていることを確認するため、定期的な工場監査を行う。

(4) 表面処理

ディー・アーススクリューの表面処理は、溶融亜鉛めっきとする。

表面処理の規格について表 1.3-8 に示す。

溶融亜鉛めっきは、保管時の腐食防止および施工後の突出部における耐食効果を考慮したものである。

表 1.3-8 ディー・アーススクリューの表面処理規格

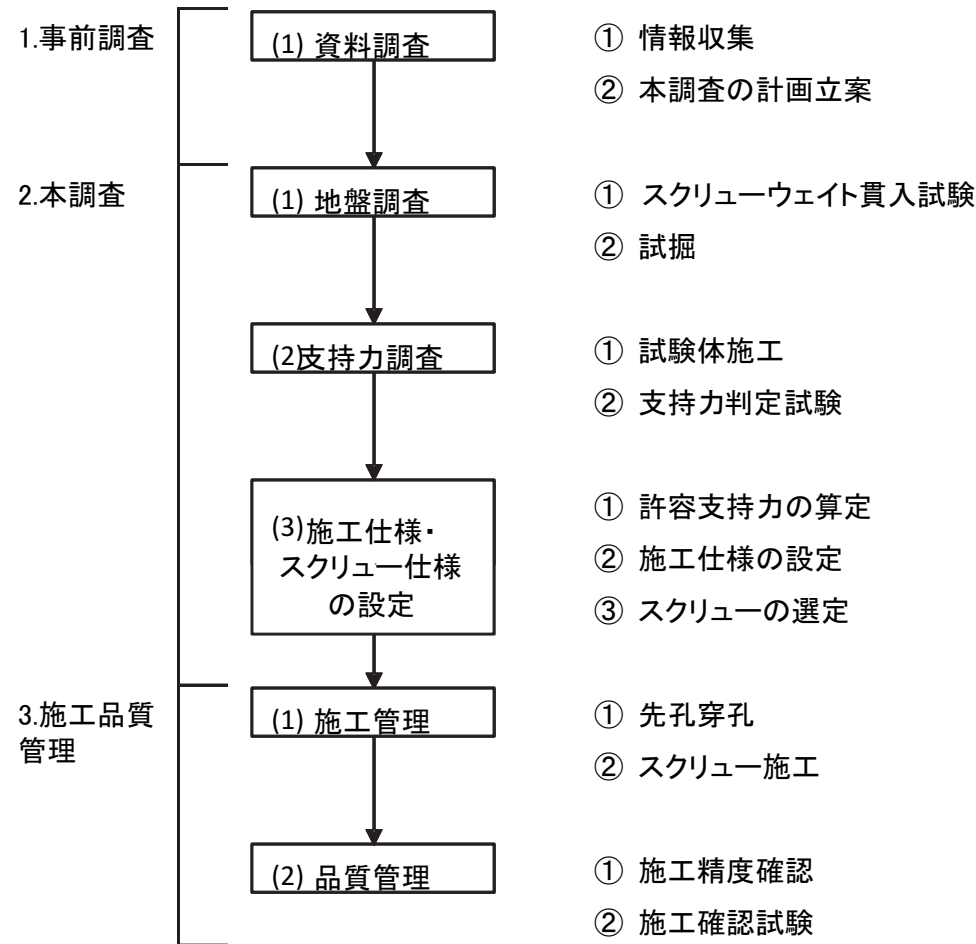
項目	I S O 規格	相当 J I S 規格
規格 No.	I S O 1 4 6 1	J I S H 8 6 4 1
種類	最小 7 0 μ m 以上 平均 8 5 μ m 以上	H D Z T 7 7 以上

(5) 腐食しろ

土中における鋼材の耐食性は、腐食しろを土と接する外側から 1 mm とする。

1.4 施工品質管理方法

本工法の施工品質管理方法のフローを示す。



1.4.1 事前調査

事前調査は、資料による情報収集を行い地盤や上部構造の条件を把握して、本調査の計画に反映させる。

(1) 資料調査

資料調査は、地盤や上部構造の情報を得て、本調査を実施するための計画立案を行う。

①情報収集

- ・地盤条件の把握 地形図、近隣での地盤調査結果、発注者からの情報などから、土地の広さ、形状、高低差、地層構成を把握する。
- ・上部構造条件の把握 図面などから、上部構造の規模、配置を把握する。

②本調査の計画立案

- ・調査エリアの設定 調査エリアは、事前情報を基に設定する。
- ・許容支持力の仮設定 技術資料等を基にスクリーンの許容支持力を仮設定する。
- ・根入れ深さの確認 仮設定した許容支持力に必要な根入れ深さを確認する。

1.4.2 本調査

本調査は、調査エリア毎に施工仕様とスクリー仕様の設定に必要なデータを得るために行う。

(1) 地盤調査

地盤調査は、適正な支持力を得るために、事前調査で設定した調査エリアを基に、スクリーウェイト貫入試験と試掘を行い、地盤状況に合わせた範囲を確認して、最終的な調査エリアの確定を行う。

①スクリーウェイト貫入試験

- ・確認事項 事前調査で設定した調査エリアを基に、地層構成の均一な範囲を確認する。試験の結果、調査エリア内の地層構成に明らかな違いが見られた場合は、調査エリアの区分けの見直しを行う。
地表面から根入れ深さの下部 1d (d：杭径=96mm) までの N_{sw} が 4 以上であることを確認する。

※本調査で地層構成に明らかな違いが見られた場合、もしくは事前調査によって、地震時に液状化の恐れのある地盤であった場合においては、別途スクリーウェイト貫入試験を行い、根入れ深さの下部 1d より下方 2m までに 1kN 以下で自沈する層が存在する場合、もしくは根入れ深さの下部 1d より下方 2m から 5m までに 500N 以下で自沈する層が存在する場合は、平 13 国交告第 1113 号にしたがって沈下の検討をする。
上記の自沈する層が存在しない場合は、本調査を実施する。

- ・試験本数の確認 調査エリア内の地層構成に明らかな違いが見られた場合は、調査エリアの区分けの見直しを行い、追加試験を行う。
試験本数は、原則として調査エリアの広さによって設定する。

調査エリアの広さ	試験本数
200m ² 未満	2本以上
200m ² 以上400m ² 未満	4本以上
400m ² 以上	6本以上

- ・試験位置 試験位置は、上部構造の配置内における端部に配置すること。
- ・測定深さ 地表面から根入れ深さの下部 1d(d：杭径=96mm) までを測定する。

②試掘

- ・確認事項 ドリルの排土等による地質確認、埋設物の有無、施工性確認を行う。
- ・ドリル径 ドリル径は、0mm (先孔なし) から 76mm とし、標準径は 40mm とする。
原則として施工時に使用を予定しているドリル径とする。
- ・試掘本数 地盤の状況や埋設物の有無が確認できる適切な本数とする。

(2) 支持力調査

支持力調査は、調査エリアにおいて所定の支持力が得られることを確認するために行う。

①試験体施工

- ・ 確認事項 支持力調査用の試験体を施工して、施工性能を確認する。
- ・ 試験体 試験体は、原則として資料調査で仮設定したスクリーューとする。
- ・ 施工位置 施工位置は、原則としてスクリーューウェイト貫入試験を計測した孔位置とする。
- ・ 施工本数 調査エリアにおいて平均 N_{sw}^* の大きさが最も小さい位置などにおいて、1 本以上とする。この調査エリアは、最終的に地盤調査によって均一な地層構成を確認したものとする。
※平均 N_{sw} : スクリーューウェイト貫入試験において、地表面から根入れ深さの下部 1d までの N_{sw} を平均したもの。
- ・ ドリル径 使用を予定しているドリル径とする。
- ・ 根入れ深さ 資料調査で仮設定した根入れ深さで行う。

②支持力判定試験

- ・ 確認事項 スクリーューの許容支持力を確認するための試験で、調査エリアごとに地盤の極限引抜き抵抗力を測定する。
- ・ 試験位置と本数 試験体施工を行った位置および本数とする。
- ・ 試験方法 引抜き試験を行い、地盤の極限引抜き抵抗力を測定する。
変位量が杭径の 10% (9.6mm) を超えた場合は測定を終了する。
- ・ 試験装置 試験装置は、「杭の鉛直載荷試験方法・同解説 第 1 回改訂版」(公益社団法人地盤工学会) に準じた杭の引抜き試験方法 (以下、学会試験方法) に適合した試験装置 (以下、学会式試験装置) もしくは、専用の小型試験機「テクノテスター」を用いる事ができる。

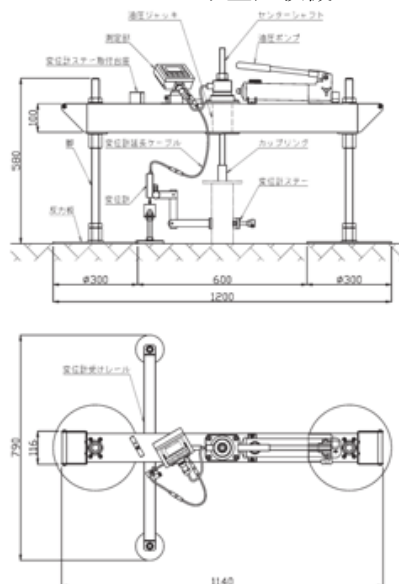


図 1.4-1 小型試験機「テクノテスター」概略図

(3) 施工仕様・スクリー仕様の設定

施工仕様・スクリー仕様は、支持力調査の結果を基に許容支持力を算定して設定を行う。

①許容支持力の算定

・地盤の引抜き方向の許容支持力

支持力調査によって得られた地盤の極限引抜き抵抗を用いて、調査エリアごとに算定する。

ひとつの調査エリア内で複数本の試験を行った場合は、最小値を使用する。

学会試験方法を行った場合は、地盤の引抜き方向の許容支持力を、下式により求める。

$$tRa = \phi \cdot tRu$$

tRa : 地盤の引抜き方向の許容支持力 (kN)

ϕ : 低減係数 (短期=2/3)

tRu : 引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗 (kN)

※小型試験機を採用した場合は、 tRu を下式により補正する。

$$tRu = 0.86 \cdot ctRu$$

$ctRu$: 小型試験機による地盤の極限引抜き抵抗 (kN)

・地盤の許容支持力

載荷試験による地盤の極限支持力は、引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗と同値とする。

地盤の許容支持力は長期と短期があるため、それぞれの低減係数により求める。

$$Ra = \phi \cdot tRu$$

ϕ : 低減係数 (長期=1/3、短期=2/3)

Ra : 地盤の許容支持力 (kN)

②施工仕様の設定

算定した許容支持力が確保できる根入れ深さ、ドリル径を設定する。

③スクリーの設定

必要な根入れ深さが確保できるスクリーを設定する。

1.4.3 施工品質管理

施工品質管理は、施工したスクリューが設計時に確保された保有性能を満たすために、設計・施工マニュアルの内容に従って施工が行われていることを確認する。施工記録は、施工データシート等により行う。

(1) 施工管理

施工管理は、スクリューの設置における施工工程ごとの管理を行う。

① 先孔穿孔

- ・ドリル径 ドリル径は、0mm（先孔なし）から 76mm とし、標準径は 40mm とする。
原則として、支持力調査で使用するドリル径で行う。
ドリル径が支持力調査と異なる場合は、施工位置と同じ調査エリアで支持力判定試験を実施するなどして安全性を確認し、現場責任者の指示を仰ぐ。
- ・穿孔深さ 原則として、スクリューの根入れ深さまで穿孔を行う。
- ・鉛直度 水準器やスラント等を用いて鉛直に穿孔を行う。

② スクリュー施工

- ・鉛直度 専用のハンド型電動式回転工具「ディー・アースドライバー」の水準器や、スラント等を用いて、鉛直に施工を行う。
- ・根入れ深さ 必要な根入れ深さまで達したら、直ちに施工を停止する。
微調整を行う場合は、手動式の微調整ツールを用いて、押込み方向にのみ回転を加え調整し、戻し方向での調整は行わない。
- ・施工状況 埋込み時の抵抗感などに変化が見られた場合は、状況を施工データシート等に記録する。

(2) 品質管理

品質管理は、スクリューの施工精度確認と、短期に生ずる力に対する地盤の引抜き方向の許容支持力 tRa （以下、短期 tRa ）の施工確認試験によって行う。

① 施工精度確認

- ・施工位置・高さ 墨出線等により位置、高さを確認する。
問題がある場合には、現場責任者の指示を仰ぐ。
- ・施工角度 水準器、スラント等により施工角度を確認する。
問題がある場合には、現場責任者の指示を仰ぐ。

②施工確認試験

- ・ 確認事項
現場で施工したスクリーンの施工状態を確認するための試験で、調査エリアごとに短期 t_{Ra} まで計測する。このとき、抜け出し等の過大な変位がないことを確認する。
施工確認フローを、図 1.4-2 に示す。
- ・ 試験位置と本数
許容支持力が同一と設定したエリアごとに、施工数全体の 0.5% (最少 3 本) 以上とする。また、施工状況に変化が見られた場合、その箇所も含むこと。
- ・ 試験装置
試験装置は、学会試験方法のほか、専用の小型試験機「テクノテスター」を用いる事ができる。
- ・ 試験方法
引抜き試験を行い、確認荷重値として短期 t_{Ra} までを測定する。変位量が杭径の 10% (9.6mm) を超えた場合は測定を終了する。

$$\text{確認荷重値 (変位量 } \delta \leq 9.6\text{mm)} = \text{短期 } t_{Ra}$$

学会試験方法を行った場合は、短期 t_{Ra} を下式により求める。

$$t_{Ra} = \phi \cdot t_{Ru}$$

t_{Ra} : 地盤の引抜き方向の許容支持力 (kN)

ϕ : 低減係数 (短期=2/3)

t_{Ru} : 引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗 (kN)

※小型試験機を採用した場合は、 t_{Ru} を下式により補正する。

$$t_{Ru} = 0.86 \cdot c t_{Ru}$$

$c t_{Ru}$: 小型試験機による地盤の極限引抜き抵抗 (kN)

試験本数のうち 1 本でも変位量が 9.6mm より大きい場合は、全体の 20%を試験し、さらに抜け出しを生じたものがあれば全数を試験する。

抜け出したスクリーンは、管理者と協議のうえ、対策を行ってから再施工を行う。再施工は、原因を分析して、位置を変更するなどの対策を検討してから行う。

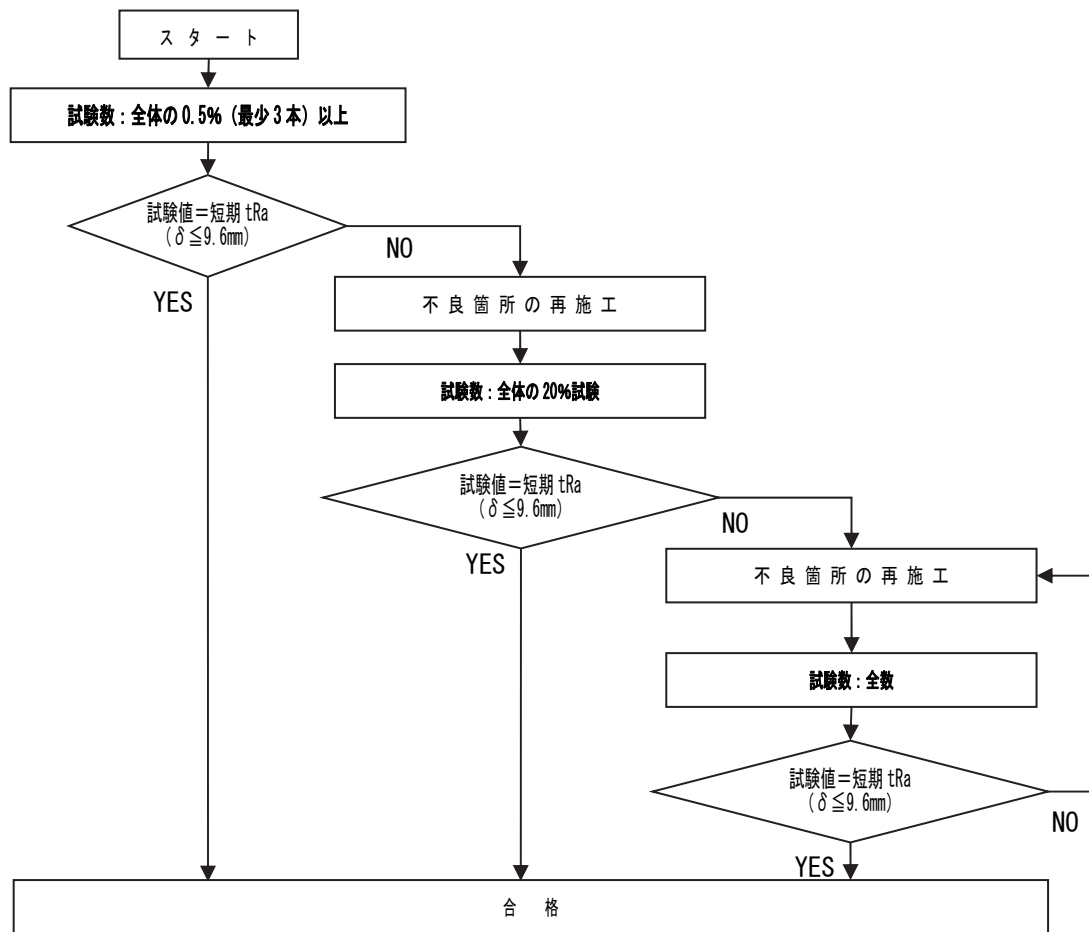


図 1.4-2 施工確認フロー

1.5 施工方法

本工法の施工フローを図 1-5-1 に示す。

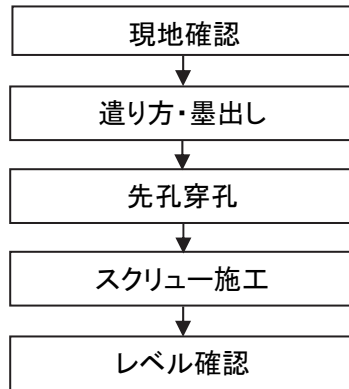


図 1-5-1 施工フロー

1.5.1 現地確認

(1) 地盤状態の確認

地盤が、スクリューを適切に施工できる状態か確認を行う。

(2) 埋設物の確認

電気、ガス、水道等の地下埋設物があるおそれがないか確認を行う。

(3) 現場周辺状況の確認

資機材の置き場・搬入経路等の確認を行う。

1.5.2 遣り方・墨出し

スクリューの施工位置を測量し、基準の糸張りを行い、墨出しを行う。

1.5.3 先孔穿孔

先孔穿孔にはハンマードリル等の機械を用い、水準器等で鉛直精度を確認しながら、所定の墨位置に穿孔を行う。

ドリル径は、0mm（先孔なし）から 76mm（ディー・アーススクリューのパイプ部径）とし、標準径は 40mm とする。なお、標準径は、本技術の評価試験において設定したドリル径である。

原則として、支持力調査で使用したドリル径で行う。

ドリル径が支持力調査と異なる場合は、施工位置と同じ調査エリアで支持力判定試験を実施するなどして安全性を確認し、現場責任者の指示を仰ぐ。

1.5.4 スクリュー施工

本工法のスクリュー施工に用いるハンド型電動回転工具「ディー・アースドライバー」は、本体、反力棒、パッド部、アタッチメントで構成される(図 1.5-1)。

杭頭にアタッチメントを取付けて本体を接続し、反力棒を固定する。

ディー・アースドライバーに設置された水準器で鉛直精度を確認しながら、スクリュー施工を行う。

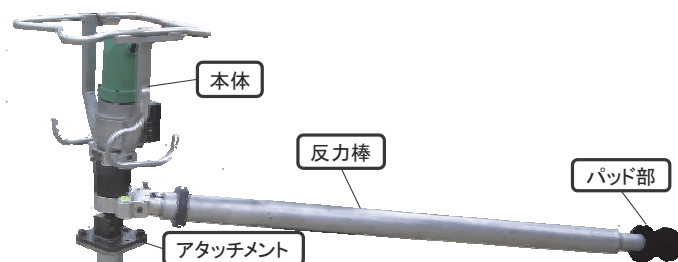


図 1.5-1 ディー・アースドライバー

表 1.5-1 仕様一例

名称	ディー・アースドライバー
型式	DES-2000J
電源・電圧	単相交流 100V (50/60Hz) 21A (2 重絶縁)
消費電力	2000W
回転数	2 段切替え式 高速 10rpm / 低速 4rpm (正転・反転モード切替え付き)
外形寸法	本体 : (L)480 × (W)370 × (H)650mm 反力棒 : φ 120 × 1670(伸延時 2740)mm
質量	21kg



図 1.5-2 セット状況

1.5.5 レベル確認

オートレベル等の光学機器を使用し、杭頭を所定の高さに調整する。

微調整を行う場合は、手動式の微調整ツールを用いて、押込み方向にのみ回転を加え調整し、戻し方向の調整は行わない。

1.6 従来の技術との対比

本工法と従来技術の施工法の対比を以下に示す。

表 1.6-1 既存の技術との対比

対比項目	従来工法 (コンクリートの布基礎、置き基礎)	本工法
地耐力 の算定	スクリーウエイト貫入試験等から地盤の許容応力度を算出し、地盤から決まる基礎の鉛直支持力を間接的に求めている。	現場における引抜き試験により杭の極限支持力を直接求め、告示に基づく許容支持力を算出することができる。
工期	布基礎は、打設後に硬化養生、型枠撤去の工程があり、養生中は上部構造を設置できない。	施工後直ちに上部構造を設置することができることから工期短縮が可能。
撤去	重機などで破碎したあと、産業廃棄物として回収される。	貫入時の反回転によって抜き取ることが可能で、地盤を荒らさないため、撤去後の整地が容易。 撤去後の杭は、再生資源として経済的な回収が可能。
引抜き 抵抗力	置き基礎の場合、引抜き抵抗力は、自重によるため、設計条件によっては大きな容積が必要。	引抜き抵抗力は、周面摩擦抵抗によるため、設計条件は根入れ深さで調整可能。

2. 開発の趣旨

従来、建築物や工作物、設備などの設置に用いる場合、コンクリートの簡易な布基礎は、上部構造物の設置までにコンクリート打設と養生期間が必要であった。また、置き基礎は、引抜き抵抗力を基礎の重量で確保する必要があった。本工法では、工期短縮、容易で経済的な撤去・原状回復、地盤強さに対応した設計と現場施工時の強度確認を行える基礎工法として、ディー・アーススクリューを使用した基礎杭工法を開発した。

3. 開発の目標

本工法の開発目標を以下に示す。

【開発目標 1】

地盤の引抜き方向の許容支持力が、平 13 国交告第 1113 号第 5 三号の表の(1)項に基づいて算出できること。また、地盤の許容支持力が、地盤の引抜き許容支持力と同値であること。

地盤の引抜き方向の許容支持力 $tRa = \phi \cdot tRu$ (kN)

地盤の許容支持力 $Ra = \phi \cdot tRu$ (kN)

ϕ : 低減係数

	地盤の引抜き方向 の許容支持力	地盤の 許容支持力
長期	—	1/3
短期	2/3	2/3

【開発目標 2】

引抜き試験において、小型試験機を用いて地盤の極限引抜き抵抗力の算定が可能であること。

引抜き抵抗力算定式 $tRu = \alpha \times ctRu$ (kN)

α : 補正係数 ($\alpha = 0.86$)

$ctRu$: 小型試験機による地盤の極限引抜き抵抗力 (kN)

ただし、杭頭引抜き変位量 $\delta \leq 9.6$ mm (杭径の 10%)

4. 開発目標達成の確認方法

開発目標に対する確認方法を以下に示す。

【開発目標 1】

1. 地盤の引抜き方向の許容支持力算定式
 - ・既存の算定式を確認
 - ・本工法の仕様に基づいた算定式の確認
2. 地盤の許容支持力算定式
 - ・同地盤における極限引抜き抵抗力和極限支持力の比較による性能の確認
 - ・地盤の許容支持力算定式の確認

【開発目標 2】

1. 杭中心から反力板端部までの反力の距離による極限引抜き抵抗力の確認
2. 試験結果の検討による補正係数の確認

5. 開発目標 1 の確認

5.1 地盤の引抜き方向の許容支持力算定式の検討

地盤の引抜き方向の許容支持力は、引抜き試験により求めた極限引抜き抵抗力をを用いて、平 13 国交告第 1113 号第 5 三号の表の(1)項の式に基づいて算定することを確認する。

5.1.1 既存の算定式

ディー・アーススクリュウの杭の分類としては、先端がテーパ状になった回転貫入杭であり、周面摩擦力のみを考慮した摩擦杭である。

回転貫入杭は、平 13 国交告第 1113 号第 5 三号の引抜き方向の許容支持力の算定において、その他の基礎杭に分類され、下式で示されている。

$$\text{長期に生ずる力に対する地盤の引抜き方向の許容支持力} \quad tRa = \frac{1}{3} tRu + Wp$$

$$\text{短期に生ずる力に対する地盤の引抜き方向の許容支持力} \quad tRa = \frac{2}{3} tRu + Wp$$

tRa : 地盤の引抜き方向の許容支持力 (kN)
 tRu : 引抜き試験により求めた極限引抜き抵抗力 (kN)
 Wp : 基礎杭有効自重 (kN)

5.1.2 本工法の仕様に基ついた算定式の検討

上式のうち基礎杭の有効自重について、ディー・アーススクリュウの重量は、実用上の抵抗力を考慮するとほとんど無視できるため、 $Wp=0$ とする。

また、長期に生ずる力に対する地盤の引抜き方向の許容支持力は、上部構造が建築物である基礎杭にあつては、引抜き力を生じることが想定し得ないため除外する。

極限引抜き抵抗力は、杭頭変位量が杭径の 10%以内における最大荷重値とする。

よって、本工法による地盤の引抜き方向の許容支持力の算定式は、下式で示すことを確認した。

$$\text{地盤の引抜き方向の許容支持力} \quad tRa = \phi \cdot tRu$$

ϕ : 低減係数 (短期 2/3)
 tRa : 地盤の引抜き方向の許容支持力 (kN)
 tRu : 引抜き試験により求めた極限引抜き抵抗力
(杭頭変位量が杭径の 10%以内における最大荷重値) (kN)

5.2 地盤の許容支持力の検討

地盤の許容支持力は、現地による引抜き試験により求めた極限引抜き抵抗力を用いて、地盤の引抜き方向の許容支持力の算定値と同じとすることを確認する。

5.2.1 試験概要

試験は、茨城県つくば市と千葉県流山市の2現場で実施した。試験装置の概略図を図5.2-1に、試験実施状況を図5.2-2に示す。茨城県つくば市では、反力の距離による地盤の影響を確認するため、試験体から500mmずつ離れた地表面の変位を計測した。

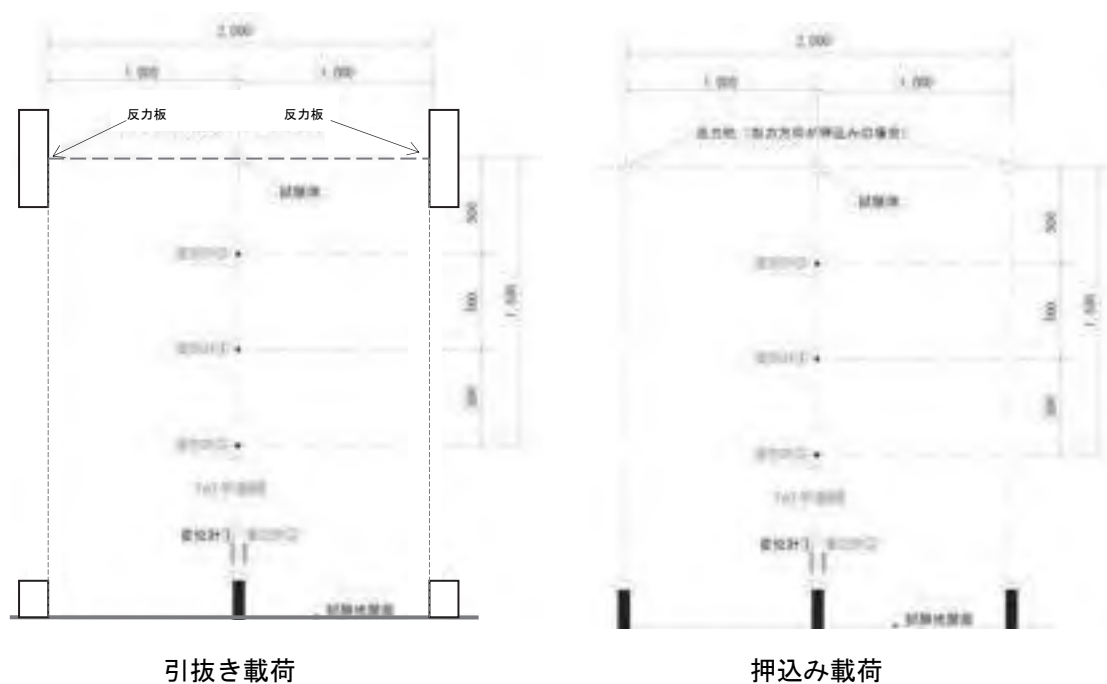


図 5.2-1 試験装置概略図および変位計測位置



図 5.2-2 試験実施状況

5.2.2 試験体条件

試験体条件を、表 5.2-1 に示す。

表 5.2-1 試験体条件

番号	試験場所	載荷方向	根入れ深さ (mm)	根入れ深さ 実測値 (mm)
T-1	茨城県つくば市	引抜き	800	795
T-2			1100	1110
T-3			1400	1420
C-1		押込み	800	799
C-2			1100	1082
C-3			1400	1400
C-4	千葉県流山市	引抜き	1400	1393
T-8			800	803
T-10			1100	1098
T-12		押込み	1400	1403
C-5			800	802
C-6			1100	1099
C-7			1400	1400

5.2.3 試験結果

(1) 地盤状況の確認

試験場所は、茨城県つくば市と千葉県流山市の2現場で実施した。施工位置のスクリーウェイト貫入試験結果を図 5.2-3、図 5.2-4 に示す。

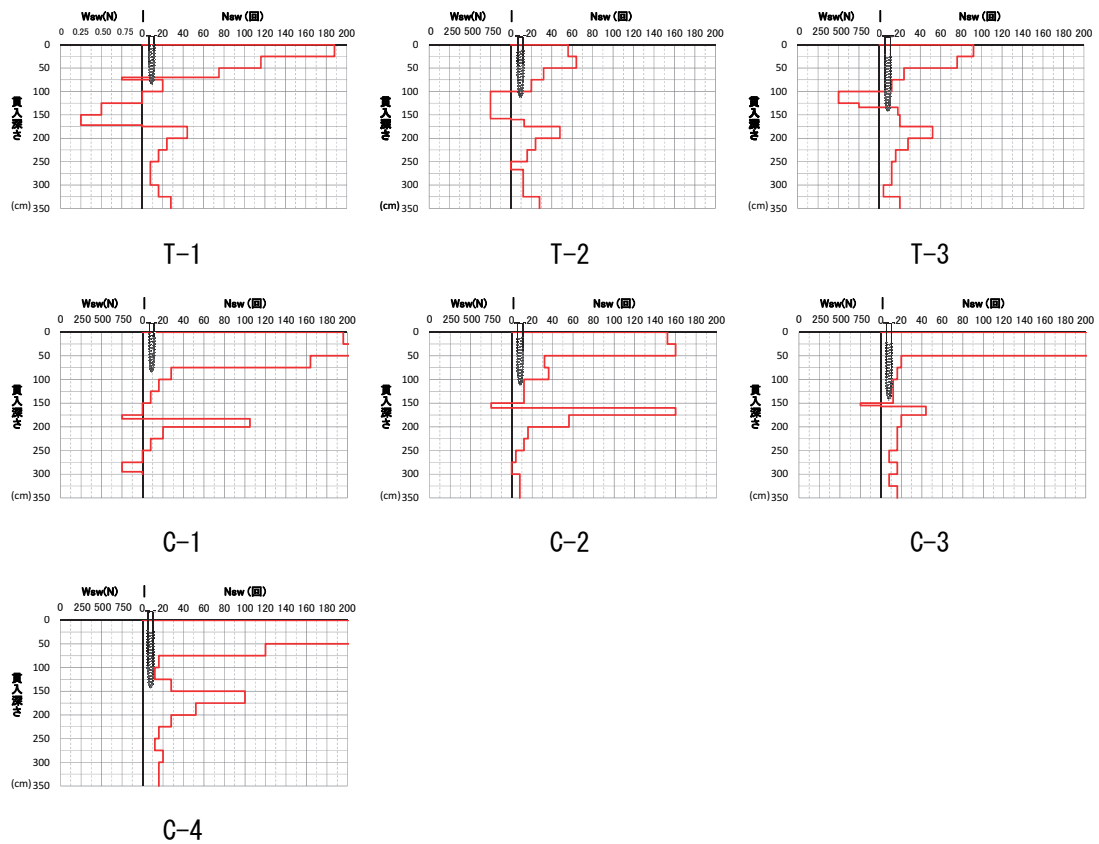


図 5.2-3 スクリーウェイト貫入試験結果（茨城県つくば市）

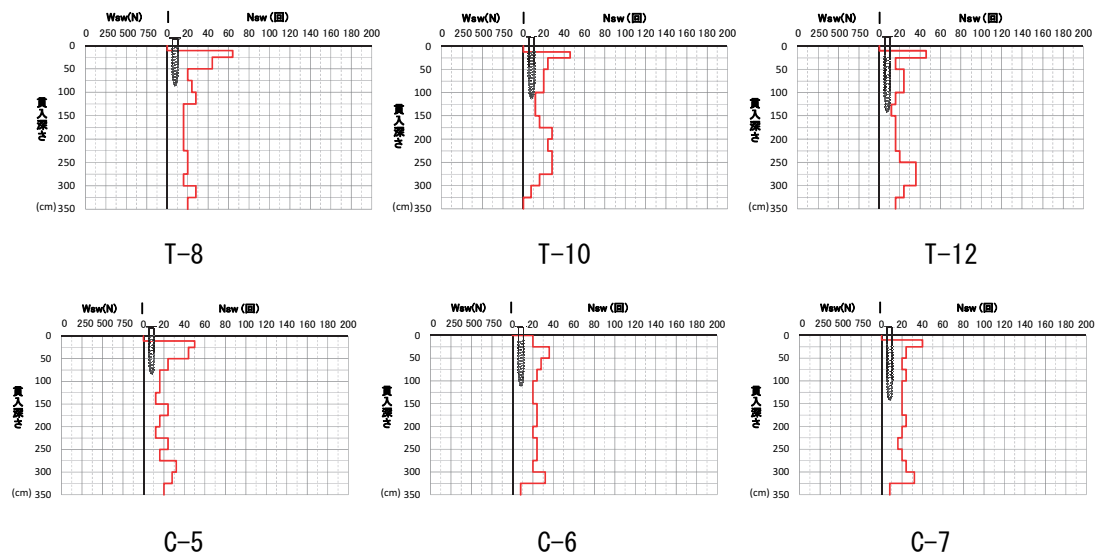


図 5.2-4 スクリューウェイト貫入試験結果（千葉県流山市）

(2) 荷重と変位の関係

引抜き試験による載荷荷重と杭頭変位量の関係を、図 5.2-5 に示す。

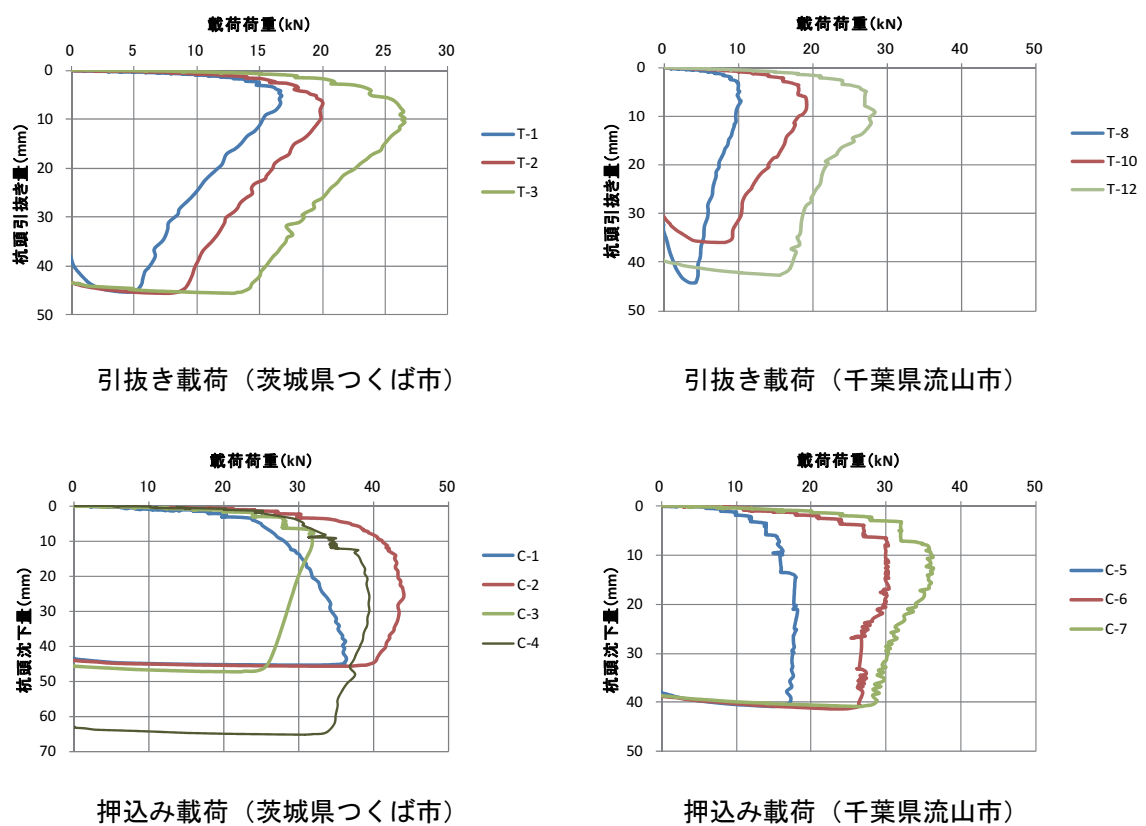
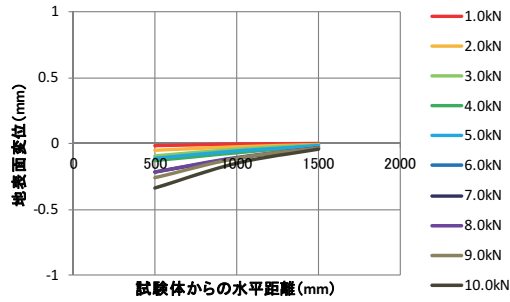


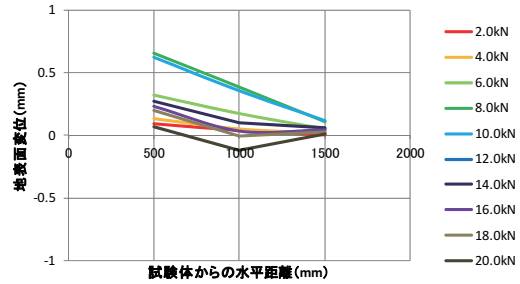
図 5.2-5 載荷荷重と杭頭変位量の関係

(3) 荷重時における地表面変位と試験体からの水平距離の関係

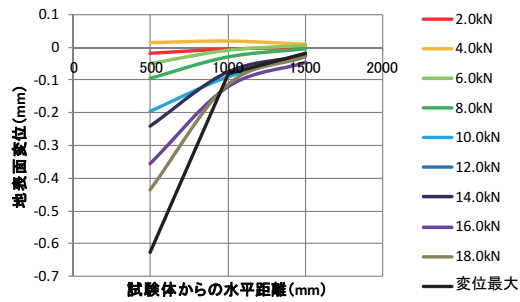
茨城県つくば市の現場で行った荷重試験における地表の変形量について、試験体からの水平距離との関係を、図 5.2-6 に示す。



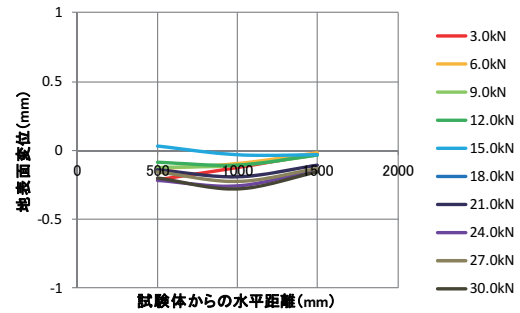
試験体 No. T-1 根入れ 800mm



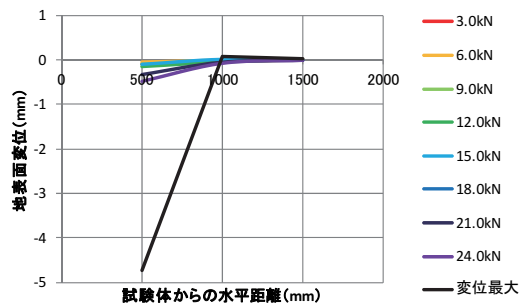
試験体 No. C-1 根入れ 800mm



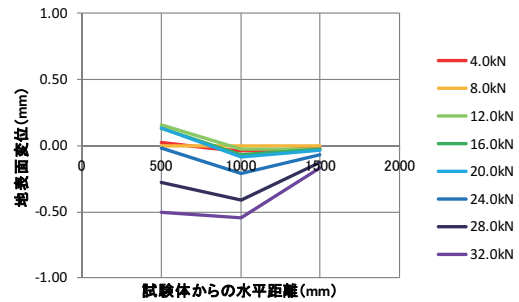
試験体 No. T-2 根入れ 1100mm



試験体 No. C-2 根入れ 1100mm



試験体 No. T-3 根入れ 1400mm



試験体 No. C-3 根入れ 1400mm

図 5.2-6 荷重試験における杭周辺の地盤変形量（茨城県つくば市）

(4) 試験後の試験体確認

茨城県つくば市の試験体について、試験後に回転して抜き取ったディー・アーススクリューの状態を、図 5. 2-7 に示す。状態を目視確認した結果、パイプ部に回転貫入時に生じた摩擦痕が見られたが、鋼材の変形および、溶接部の損傷は生じていないことを確認した。



試験体 No. T-1 根入れ 800mm



試験体 No. T-2 根入れ 1100mm



試験体 No. T-3 根入れ 1400mm



試験体 No. C-1 根入れ 800mm



試験体 No. C-2 根入れ 1100mm



試験体 No. C-3 根入れ 1400mm

図 5. 2-7 試験後の試験体

5.2.4 同地盤における極限引抜き抵抗力和極限支持力の比較

茨城県つくば市における同一地盤で行った引抜き試験及び載荷試験の結果、極限支持力は極限引抜き抵抗力より安全側であることが確認できた。（表 5.2-2、図 5.2-8、図 5.2-9 参照）

表 5.2-2 載荷試験結果

試験場所	根入れ深さ Lb (mm)	極限引抜き抵抗力 tRu (kN)	極限支持力 Ru (kN)
茨城県 つくば市	800	16.7	27.1
	1100	19.9	40.6
	1400	26.4	31.9
			34.0
千葉県 流山市	800	10.3	15.7
	1100	19.1	30.3
	1400	28.4	35.9

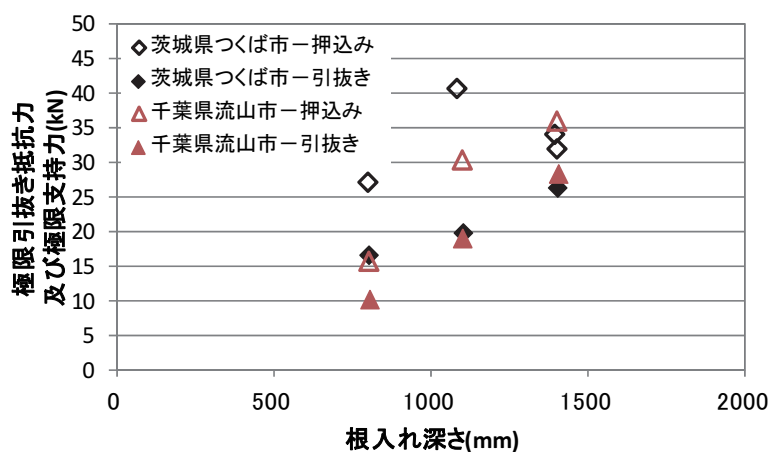


図 5.2-8 極限引抜き抵抗力及び極限支持力と根入れ深さの関係

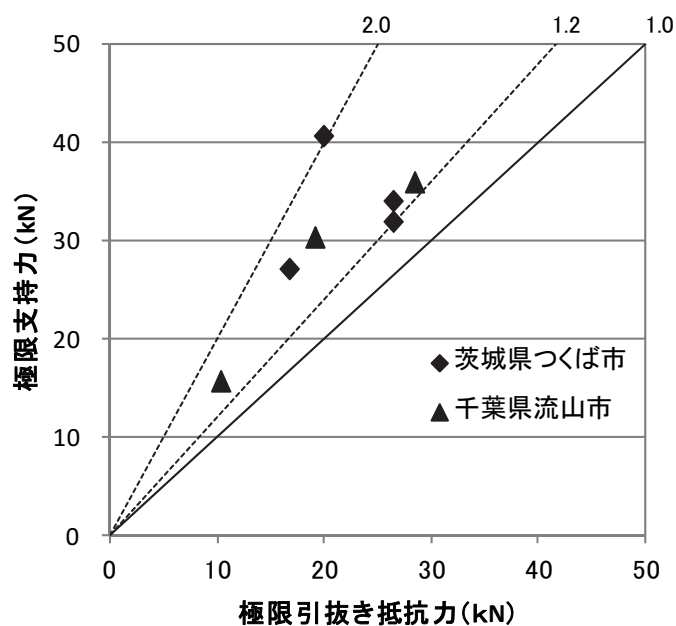


図 5.2-9 極限引抜き抵抗力と極限支持力の関係

5.2.5 地盤の許容支持力算定式の検討

試験結果から、本工法の地盤の許容支持力は、地盤の引抜き方向の許容支持力の算定式を用いて算定できることを確認した。

なお、地盤の許容支持力は、長期と短期があることから、それぞれの低減係数によって算定を行う。

$$\text{地盤の許容支持力 } Ra = \phi \cdot tRu$$

- ϕ : 低減係数（長期 1/3、短期 2/3）
- Ra : 地盤の許容支持力 (kN)
- tRu : 引抜き試験により求めた極限引抜き抵抗 (kN)

6. 開発目標 2 の確認

原位置で行う引抜き試験において、本工法に適した小型試験機を用いて地盤の極限引抜き抵抗力の算定が可能であることを確認する。

$$\text{引抜き抵抗力算定式} \quad tRu = \alpha \cdot ctRu \quad (\text{kN})$$

α : 補正係数 ($\alpha = 0.86$)

$ctRu$: 小型試験機による地盤の極限引抜き抵抗力 (kN)

ただし、杭頭引抜き変位量 $\delta \leq 9.6 \text{ mm}$ (杭径の 10%)

6.1 杭中心から反力板端部までの反力の距離による引抜き抵抗力の確認

6.1.1 試験概要

試験は、茨城県つくば市と千葉県流山市の 2 現場で実施した。試験体中心から反力板端部までの反力の距離は、小型試験機を 300mm、学会式試験装置を 1000mm とした。試験体の変位量は杭頭変位とした。また、茨城県つくば市では、反力の距離による地盤の影響を確認するため、試験体から 500mm ずつ離れた地表面の変位を計測した。

小型試験機概略図を図 6.1-1 に、試験実施状況を図 6.1-2 に示す。学会式試験装置概略図を図 6.1-3 に、試験実施状況を図 6.1-4 に示す。

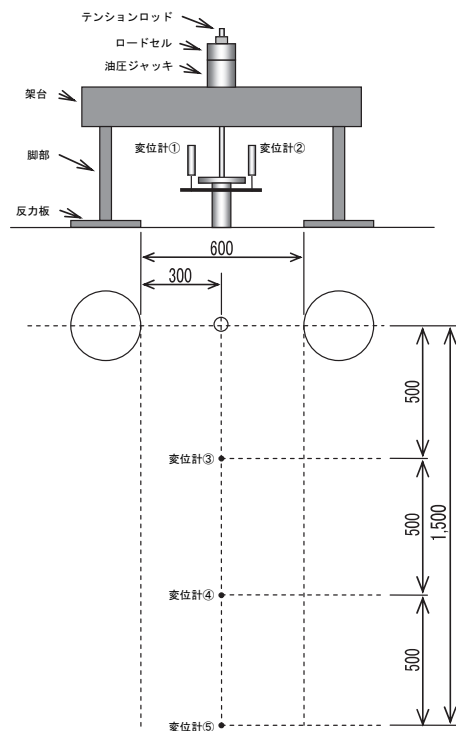


図 6.1-1 小型試験機概略図および変位計測位置



図 6.1-2 試験実施状況

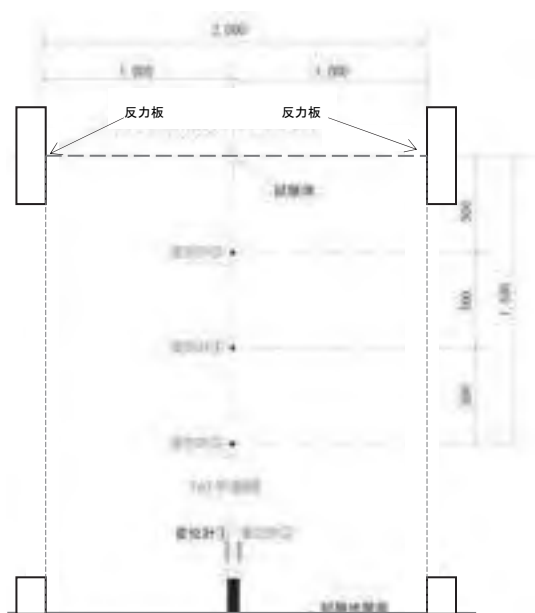


図 6.1-3 学会式試験装置概略図および変位計測位置



図 6.1-4 試験実施状況

6.1.2 試験体条件

試験体条件を、表 6.1-1 に示す。

表 6.1-1 試験体条件

試験場所	試験機	根入れ深さ (mm)	根入れ深さ 実測値 (mm)	載荷方式
茨城県つくば市	小型	800	810	連続式一方向載荷
		1100	1111	
		1400	1403	
	標準	800	795	段階式一方向載荷
		1100	1110	
		1400	1420	
千葉県流山市	小型	800	780	連続式一方向載荷
		1000	990	
		1400	1408	
	標準	800	803	段階式一方向載荷
		1000	995	
		1400	1403	

6.1.3 試験結果

(1) 地盤状況の確認

試験位置によるスクリーウェイト貫入試験結果を図 6.1-5 に示す。

小型試験機を用いた試験位置を赤線で、学会式試験装置を用いた試験位置を黒線で示した。

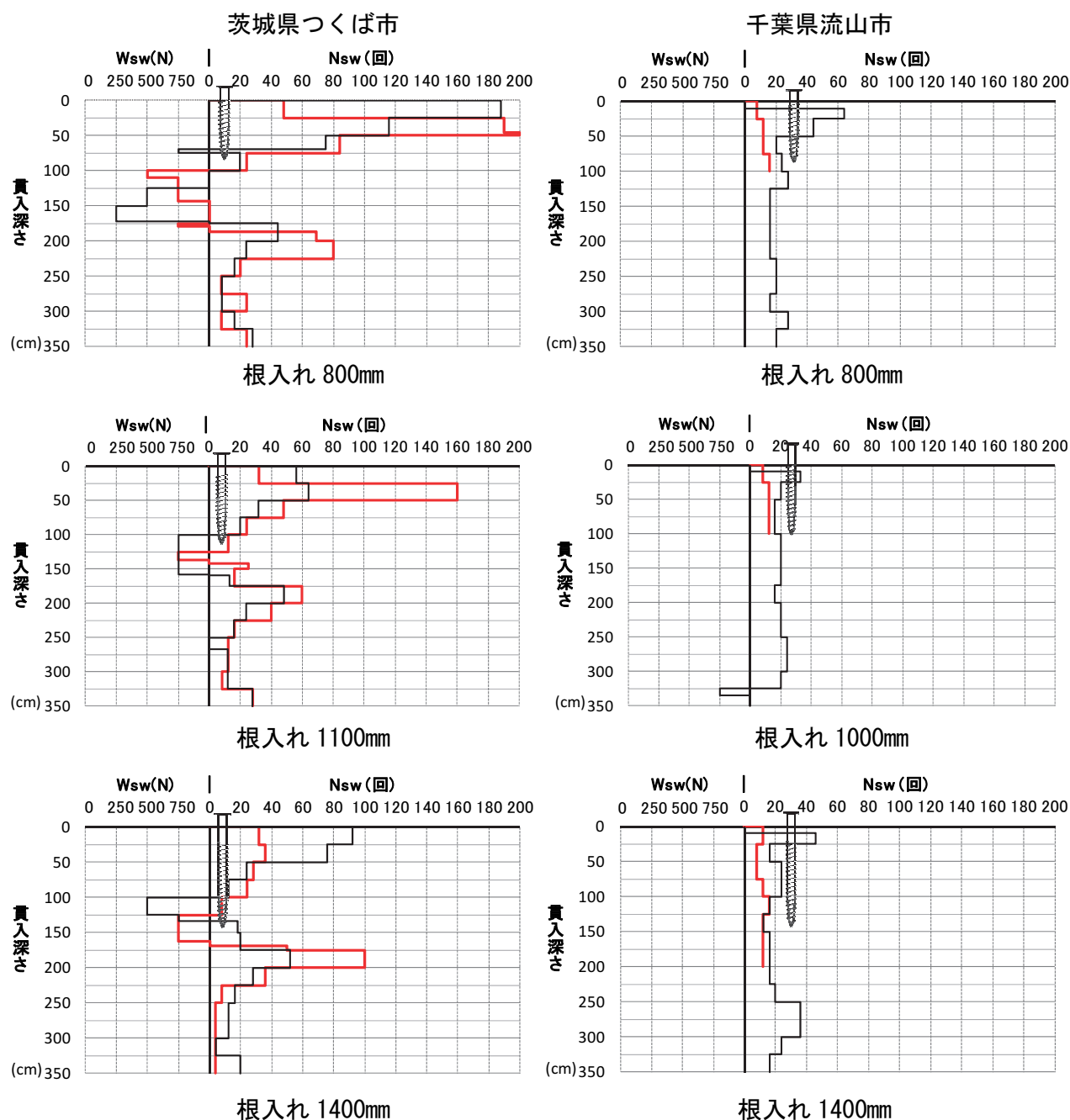


図 6.1-5 スクリューウェイト貫入試験結果

(2) 荷重と変位の関係

引抜き試験による載荷荷重と杭頭変位量の関係を図 6.1-6 に示す。

小型試験機を赤線で、学会式試験装置を黒線で示した。

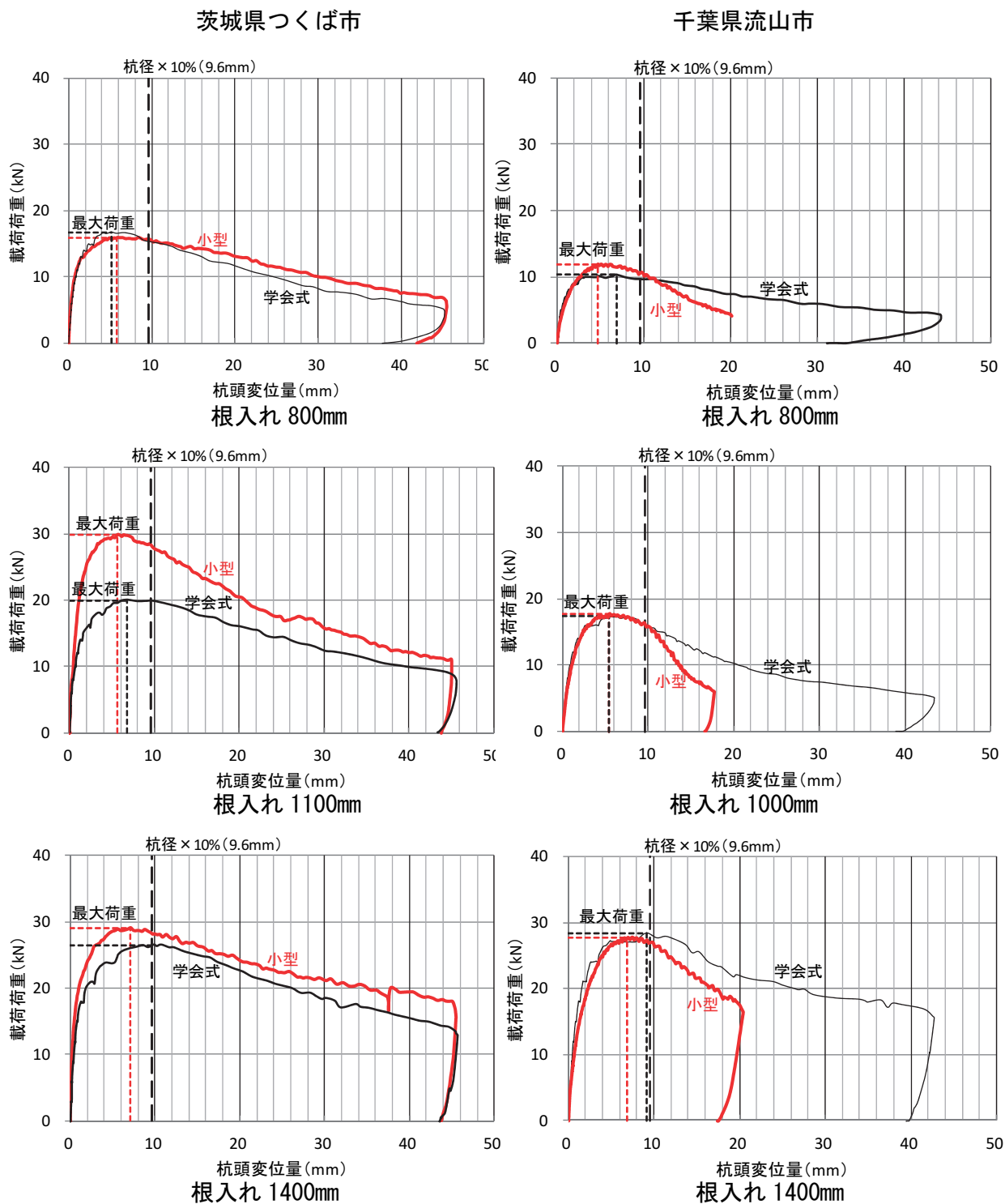


図 6.1-6 載荷荷重と杭頭変位量の関係

(3) 載荷時における地表面変位と試験体からの水平距離の関係

茨城県つくば市の現場で行った引抜き試験における地表の変形量について、試験体からの水平距離との関係を図 6.1-7 に示す。試験体に近い水平距離 500mm における変位について、小型試験機の場合は荷重の増加とともに隆起するが、学会式試験装置の場合は沈降することを確認した。

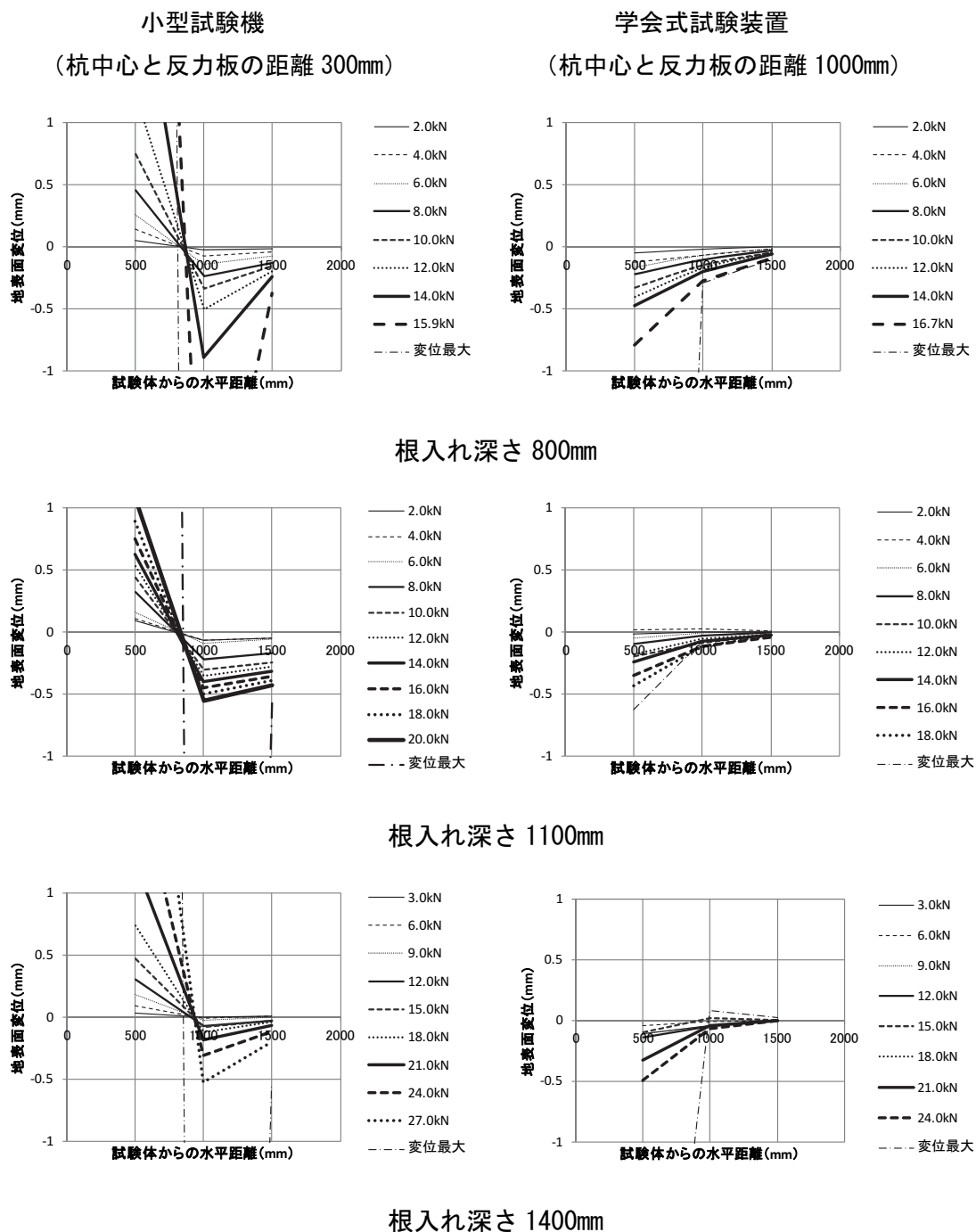


図 6.1-7 引抜き試験における杭周辺の地盤変形量（茨城県つくば市）

小型試験機と学会式試験装置による極限引抜き抵抗力を比較することにより、小型試験機の補正係数を検討した。

補正係数は、90%信頼限界の下限值として算定した結果、0.86 となった。(図 6.2-1 参照)

試験場所	根入れ深さ (mm)	極限引抜き抵抗力		比較値 (小型/学会式)			
		小型試験機 (kN)	学会式試験装置 (kN)		平均 $\bar{X}$	標準偏差 σ	90%信頼限界 $(\bar{X}-1.3\sigma)$
茨城県 つくば市	800	15.9	16.7	0.95	1.12	0.20	0.86
	1100	29.8	19.9	1.50			
	1400	29.0	26.4	1.10			
千葉県 流山市	800	11.9	10.3	1.16			
	1000	17.7	17.3	1.02			
	1400	27.7	28.4	0.98			

Figure 1 is a scatter plot comparing the ultimate tensile strength measured by a small test machine (y-axis) against the ultimate tensile strength measured by a university-style test machine (x-axis). Both axes are in kilonewtons (kN) and range from 0 to 40. A solid black line represents the ideal 1:1 relationship. A dashed line with a slope of 1.50 is also shown. Data points are plotted as black triangles and diamonds. A red line indicates a correlation coefficient of 0.86.

University-style Test Machine (kN)	Small Test Machine (kN)	Symbol
10	12	Triangle
17	16	Triangle
18	15	Diamond
20	30	Diamond
26	29	Diamond
28	28	Triangle

III-33

これにより、小型試験機を用いた引抜き試験方法は、測定結果に補正係数として 0.86 を乗ずることによって、学会式試験装置を用いた試験結果と同等に評価ができることを確認した。

よって、地盤の極限引抜き試験抵抗力の算定は下式で示すことができる。

$$\text{地盤の極限引抜き抵抗力求定式} \quad tRu = 0.86 \cdot ctRu \quad (\text{kN})$$

tRu : 地盤の極限引抜き抵抗力 (kN)

$ctRu$: 小型試験機による地盤の極限引抜き抵抗力 (kN)

ただし、杭頭引抜き変位量 $\delta \leq 9.6 \text{ mm}$ (杭径の 10%)

2. 設計・施工マニュアル

ダイレクトアース工法

設計・施工マニュアル

サンコーテクノ株式会社

目次

1. 総則	1
1.1. 適用範囲	1
1.2. 対象地盤	2
2. 使用材料	3
2.1. ディー・アーススクリー	3
2.2. 材料の品質	5
3. 設計	6
3.1. 地盤の引抜き方向の許容支持力	6
3.2. 地盤の許容支持力	8
4. 施工品質管理	9
4.1. 施工品質管理フロー	9
4.2. 事前調査	10
4.3. 本調査	11
4.4. 施工品質管理	16
5. 施工	18
5.1. 施工方法	18
5.2. 不適合品の処理	22
5.3. 安全衛生管理	22
【参考図書】	23

1. 総則

1.1. 適用範囲

本設計・施工マニュアルは、ダイレクトアース工法による、四号建物で居室とみなされるおそれのある室がない建築物や仮設建築物、その他の施設の基礎に用いる小口径回転貫入鋼管「ディー・アーススクリュー」の設計・施工に適用されるものである。

【解説】

1) 本工法の概要

ダイレクトアース工法は、小口径回転貫入鋼管「ディー・アーススクリュー」を用いた、置き基礎や簡易な布基礎に代わる基礎工法である。ディー・アーススクリューは、先端がテーパ状になった鋼管と、その周面に設けられたスパイラルによって構成された、地盤に回転貫入させて埋込む製品である。

本工法は、ハンド型の電動回転工具「ディー・アースドライバー」を用いることによって、重機が搬入できない斜面や狭小地、天井高が低い場所でディー・アーススクリューを施工することが可能である。

ディー・アーススクリューの抵抗機構は、基礎底部の先端支持力を考慮せず、周面摩擦力のみを考慮する。したがって、支持力については周面摩擦力のみを考慮する。

地盤の引抜き方向の許容支持力は、平成 13 年国土交通省告示(以下、平 13 国交告)第 1113 号第 5 三号の表の(1)項の式にしたがって、引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗力より算定する。引抜き試験は、専用の小型試験機を用いて行うことができる。地盤の長期並びに短期の許容支持力は、引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗力を用いて算定できる。水平抵抗力は、建築基準法の技術解説書や各指針類に従って検討する。

2) 上部構造の規模

本工法に用いるディー・アーススクリューは、小口径で根入れ深さの浅い摩擦杭であり、スクリュー1本当たりの荷重性能は通常の基礎杭に比べて小さい仕様になっている。このため、安全と工法のメリットを発揮させるため、上部構造が軽量の建築物や仮設建築物、太陽光発電設備や農業ハウス等の施設を対象としている。

- ・ 四号建物で居室とみなされるおそれのある室がないものとは、喫煙ボックス・東屋・カーポート・物置小屋などが考えられるが、個別の事案ごとに建築主事への確認が必要である。
- ・ 本工法で対象とする仮設建築物とは、建築基準法第 85 条で定義されている。災害があった場合において建築する停車場、郵便局、官公署などの公共上必要な用途に供する応急仮設建築物、工事を施工するために現場に設ける事務所、下小屋、材料置き場、仮設興行場、博覧会建築物、仮設店舗、などである。

1.2. 対象地盤

本工法の対象地盤は、スクリーウェイト貫入試験によって地表面から根入れ深さの下部 1d (d: 杭径=96mm) までの N_{sw} が 4 以上であることを確認した地盤とする。

【解説】

本工法は、杭の周面摩擦力によって上部構造を支持する仕様である。したがって、杭の周囲の地盤に軟弱な粘土質地盤がないことを確認する方法として、地表面から根入れ深さの下部 1d までの範囲において、スクリーウェイト貫入試験における N_{sw} が 4 以上であることとした。ただし、液状化の恐れのある地盤を除く。

(N_{sw} : スクリーウェイト貫入試験における、貫入量 1m 当たりの半回転数を表わしたもの)

なお、スクリーウェイト貫入試験により、根入れ深さの下部 1d より下方 2m までに 1kN 以下で自沈する層が存在する場合は、平 13 国交告第 1113 号に倣って、沈下の検討を行う。

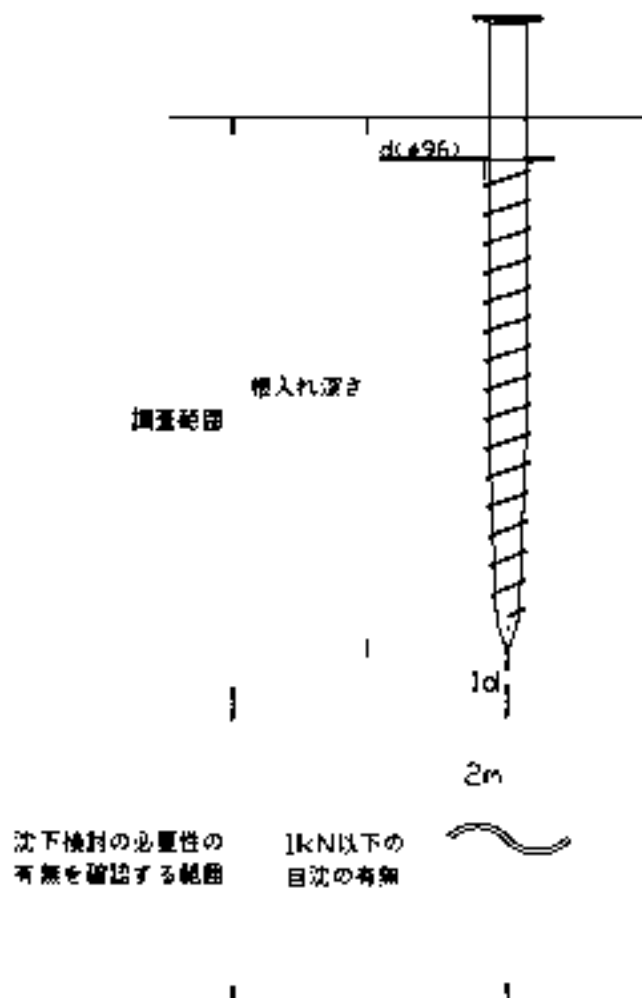


図 1-1 地盤調査による確認範囲

2. 使用材料

2.1. ディー・アーススクリュー

(1) 名称

本工法「ダイレクトアース工法」で使用する小口径回転貫入鋼管の名称は「ディール・アーススクリュー」と呼ぶ(以下スクリューともいう)。

(2) 寸法

1) パイプ部の直径 D

パイプ部の直径 D は、76mmを標準とする。

2) パイプ部の厚さ t

パイプ部の厚さ t は、3.6mm以上を標準とする。

3) スパイラル部の外径 D_s

スパイラル部の外径 D_s は、96mmを標準とする。テーパ部スパイラル径はこの限りではない。

4) スパイラル部の長さ l

スパイラル部の長さ l は、600mm以上を標準とする。スパイラル長さは先端部からの長さとする。

5) スパイラル部のピッチ P

スパイラル部のピッチ P は60mmを標準とする。

6) スクリューの全長 L

スクリューの全長 L は、根入れ深さと地上突出長さ、上部構造との接続方法による。

【解説】

(1) 名称

本工法は、名称を「ダイレクトアース工法」と呼び、本工法で使用する小口径回転貫入鋼管の製品名称を「ディール・アーススクリュー」と呼ぶ。

(2) 寸法

ディール・アーススクリューの基本寸法は1)～5)となり、基本形状を図 2-1 に示す。

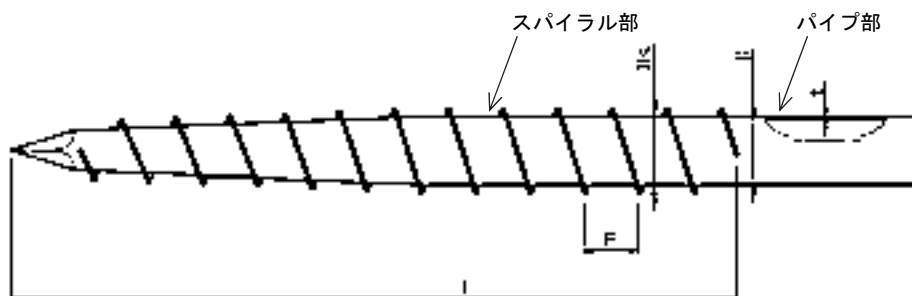


図 2-1 ディール・アーススクリュー基本形状

また、上部構造との接合に用いるフランジを設けた場合の製品の形状例を図 2-2 に、製品仕様例を表 2-1、2-2 に示す。

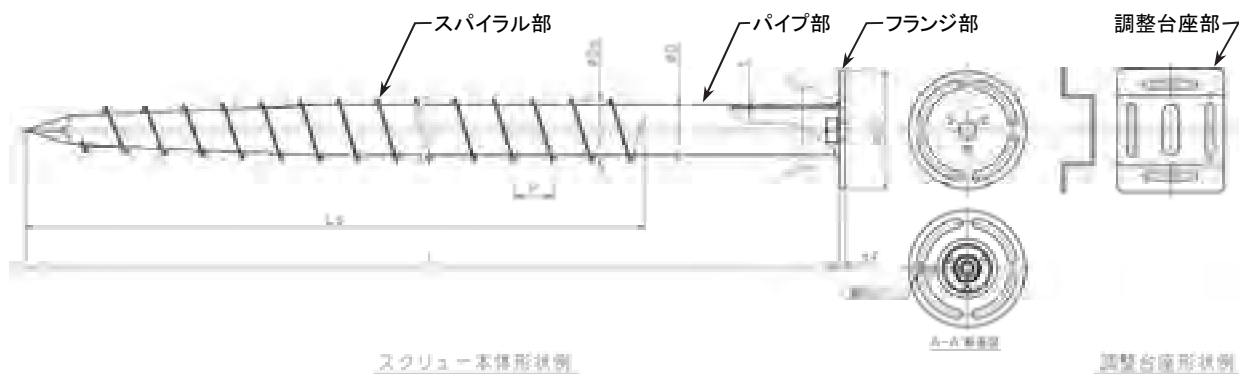


図 2-2 ディー・アーススクリュー製品形状例

表 2-1 ディー・アーススクリュー製品仕様例（単位:mm）

品番		DES-R76X1300	DES-R76X1600
パイプ部	全長（L）	1300	1600
	厚さ（t）	3.6	3.75
	径（D）	76	
スパイラル部	長さ（Ls）	1000	1200
	外径（Ds）	96	
	ピッチ（P）	60	
フランジ部	外径（Df）	180	
	厚み（tf）	10	
識別カラー		青	黒

表 2-2 ディー・アーススクリュー製品の材質仕様例

部位	規格No.	種類	厚さ（mm）
パイプ部	GB/T 3091	Q235	3.6、3.75
スパイラル部	GB/T 700	Q235	3
フランジ部	GB/T 700	Q235	8、10
調整台座部	GB/T 700	Q235	4.5、6.0

2.2. 材料の品質

(1) 規格

1) パイプ部の材質

Q235(中華人民共和国国家標準 GB/T3091)を標準とする。

2) スパイラル部の材質

Q235(中華人民共和国国家標準 GB/T700)を標準とする。

(2) 表面処理

スクリーウの表面処理は、溶融亜鉛めっき(最小膜厚70 μ m以上)とする。

(3) 腐食しろ

土中における鋼材の耐食性は、腐食しろを土と接する外側から1mmとする。

【解説】

使用する材料は、中華人民共和国国家標準 GB/T700、GB/T3091 に基づいた、表 2-2、表 2-3 の規格を満たしているものを使用する。

材料の品質は、サンコーテクノ株式会社が自社で運用するISO9001マネジメントシステム(品質マニュアル:QSM体系図)のQMS規定「検査管理標準」に準じて、受入検査、定期的な試験、工場監査を行い管理する。化学成分と機械的性質は、受入検査でロット毎の鋼材証明書(ミルシート)によって確認する。機械的性質は、一般財団法人ベターリビングによる定期的な試験を行い、規格値を満たしていることを確認する。材料と鋼材証明書等が適正に管理、保管されていることを確認するため、定期的な工場監査を行う。

表 2-3 材料の化学成分

規格名称	鋼材名	C	Mn	Si	S	P
GB/T700 GB/T3091	Q235B	0.20 以下	1.40 以下	0.35 以下	0.045 以下	0.045 以下

表 2-4 材料の機械的性質

規格名称	鋼材名	降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
GB/T700	Q235B	235以上	370~500	26以上
GB/T3091	Q235B	235以上	370以上	15以上

スクリーウの表面処理は、溶融亜鉛めっき(最小 70 μ m以上:ISO1461)を標準とした。計算上は HDZT77 (JIS H8641) 以上の膜厚となり、めっき塗布量は 600g/m²となる。表面処理の仕様を表 2-5 に示す。

表 2-5 ディー・アーススクリーウの表面処理

	ISO 規格	相当 JIS 規格
規格 No.	ISO1461	JIS H 8641
種類	最小 70 μ m 以上 平均 85 μ m 以上	HDZT77以上

溶融亜鉛めっきは、保管時の腐食防止および施工後の突出部における耐食効果を考慮したものである。施工後の土中における鋼材は、土と接する外側から 1mmを腐食しろとして耐食性を考慮したものである。

3. 設計

3.1. 地盤の引抜き方向の許容支持力

ディー・アーススクリュー1 本当たりの地盤の引抜き方向の許容支持力 tRa は、スクリューウェイト貫入試験により地表から根入れ深さの下部 $1d$ (d : 杭径=96mm)までの N_{sw} が 4 以上の地盤に対して、式(3.1)により算定する。

小型試験機を用いて引抜き試験を行った場合は、式(3.2)により極限引抜き抵抗力を補正して用いる。

$$(3.1) \quad \text{地盤の引抜き方向の許容支持力 } tRa = \phi \cdot tRu \quad (\text{kN})$$

tRa : 地盤の引抜き方向の許容支持力

ϕ : 低減係数 (短期 2/3)

tRu : 引抜き試験により求めた極限引抜き抵抗力

(杭頭変位量が杭径の 10%以内における最大荷重値)

小型試験機を用いて引抜き試験を行った場合は、次式で補正を行う。

$$tRu = 0.86 \times ctRu \quad (3.2)$$

$ctRu$: 小型試験機を用いた引抜き試験により求めた極限引抜き抵抗力 (kN)

【解説】

ディー・アーススクリューは、従来の基礎工法に比べて地表面の地盤状態に大きく依存する。

一般に建築物・工作物を設置しようとする場所は、地表面が造成されている場合が多い。このような地盤にも安全に基礎設置ができるように、スクリューウェイト貫入試験による試験結果及び、引抜き試験結果から設計値の算定方法を規定している。

ディー・アーススクリューの杭の分類は、先端がテーパー状になった回転貫入杭であり、周面摩擦力のみを考慮した摩擦杭である。回転貫入杭は、平 13 国交告第 1113 号第 5 第三項の表の(1)項の引抜き方向の許容支持力の式において、その他の基礎杭に分類され、下式(3.3)が適用される。

式(3.3)のうちディー・アーススクリューの有効自重 Wp は 0 とする。

長期に生ずる力に対する地盤の引抜き方向の許容支持力は、上部構造が建築物である基礎杭に生じることとは想定し得ないことから、本工法の対象外とする。

短期に生ずる力に対する地盤の引抜き方向の許容支持力

$$tRa = \frac{2}{3} tRu + Wp \quad (3.3)$$

tRa : 地盤の引抜き方向の許容支持力 (kN)

tRu : 引抜き試験により求めた極限引抜き抵抗力 (kN)

Wp : 基礎杭有効自重 (kN)

小型試験機を用いて引抜き試験を行った場合は、小型試験による地盤の極限引抜き抵抗 $ctRu$ に補正係数 0.86 を乗じることにより、「杭の鉛直載荷試験方法・同解説 第 1 回改訂版」(公益社団法人地盤工学会) に準じた杭の引抜き試験方法(以下、学会試験方法)に適合した試験装置(以下、学会式試験装置)を用いた荷重値と同等として扱えるようにしたものである。

引抜き試験結果一覧を表 3-1 に、小型試験機と学会式試験装置の極限引抜き抵抗力の関係を図 3-1 に示す。

小型試験機と学会式試験装置の極限引抜き抵抗力の比較値(小型/学会式)より、90%信頼限界の下限値を満たす小型試験機の補正値は 0.86 となった。

表 3-1 引抜き試験結果

試験場所	根入れ深さ (mm)	極限引抜き抵抗			比較値 (小型/学会式)		
		小型試験機 (kN)	学会式試験装置 (kN)		平均 $\bar{X}$	標準偏差 σ	90%信頼限界 $(\bar{X}-1.3\sigma)$
茨城県 つくば市	800	15.9	16.7	0.95	1.12	0.20	0.86
	1100	29.8	19.9	1.50			
	1400	29.0	26.4	1.10			
千葉県 流山市	800	11.9	10.3	1.16	1.12	0.20	0.86
	1000	17.7	17.3	1.02			
	1400	27.7	28.4	0.98			

$$90\% \text{信頼限界} = \text{平均}(\bar{X}) - 1.3 \times \text{標準偏差}(\sigma)$$

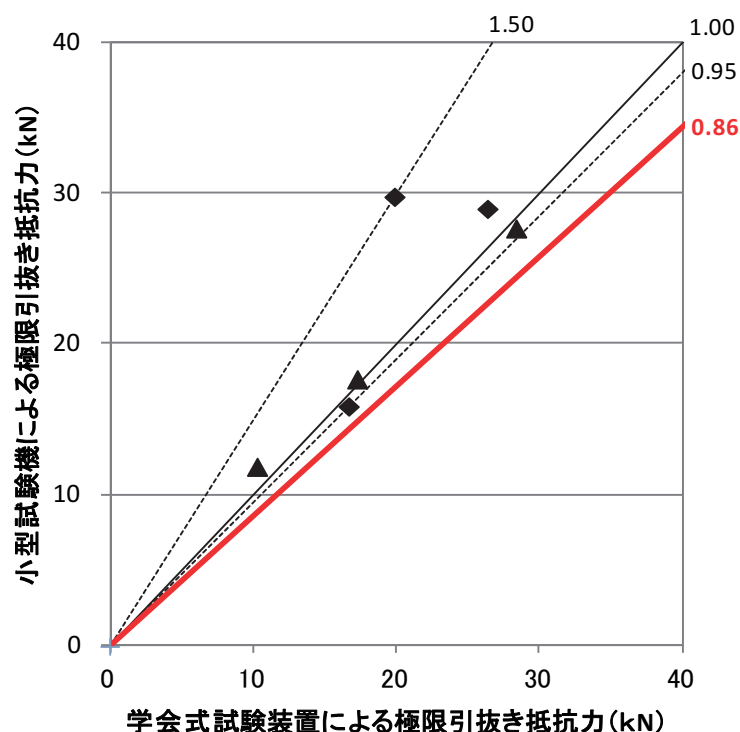


図 3-1 小型試験機と学会式試験装置の極限引抜き抵抗力の関係

3.2. 地盤の許容支持力

地盤の許容支持力 R_a は、引抜き試験により求めた極限引抜き抵抗 tRu を用いて算定する。

$$R_a = \phi \cdot tRu \quad (3.4)$$

ϕ : 低減係数(長期 1/3、短期 2/3)

R_a : 地盤の許容支持力 (kN)

tRu : 引抜き試験により求めた極限引抜き抵抗 (kN)

【解説】

ディー・アーススクリューを用いた地盤の極限支持力は、極限引抜き抵抗以上となる。

(図 3-2、3-3 参照)

したがって、地盤の許容支持力 R_a は、引抜き試験により求めた極限引抜き抵抗 tRu を用いて算定できる。

低減係数 ϕ は、平 13 国交告第 1113 号第 5 二号の表の(1)項の式に従って、長期 1/3、短期 2/3 とする。

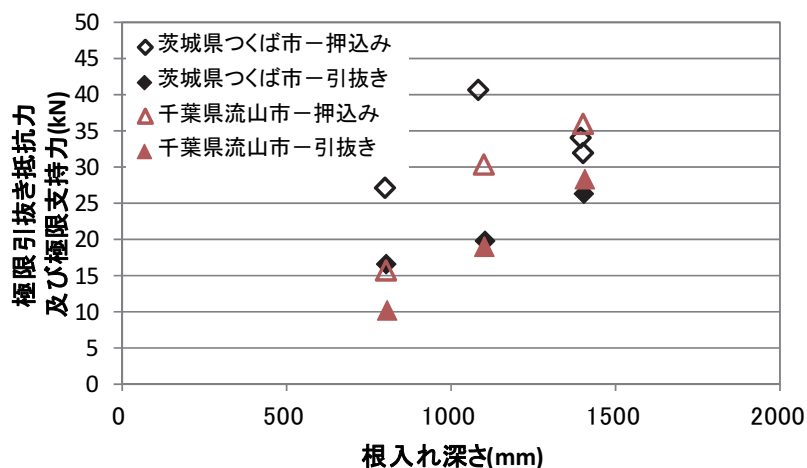


図 3-2 極限抵抗と根入れ深さの関係

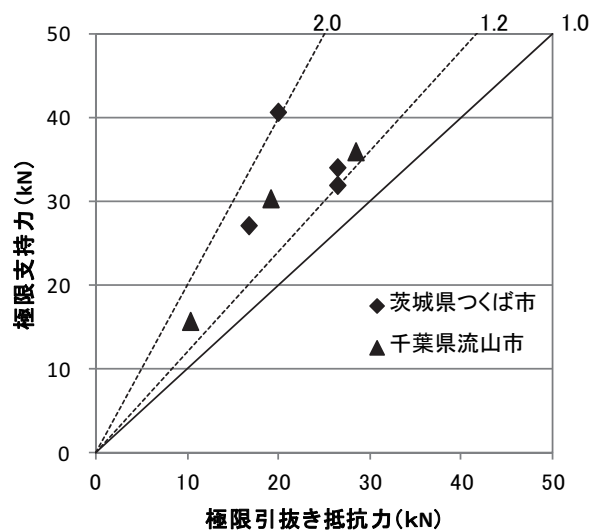
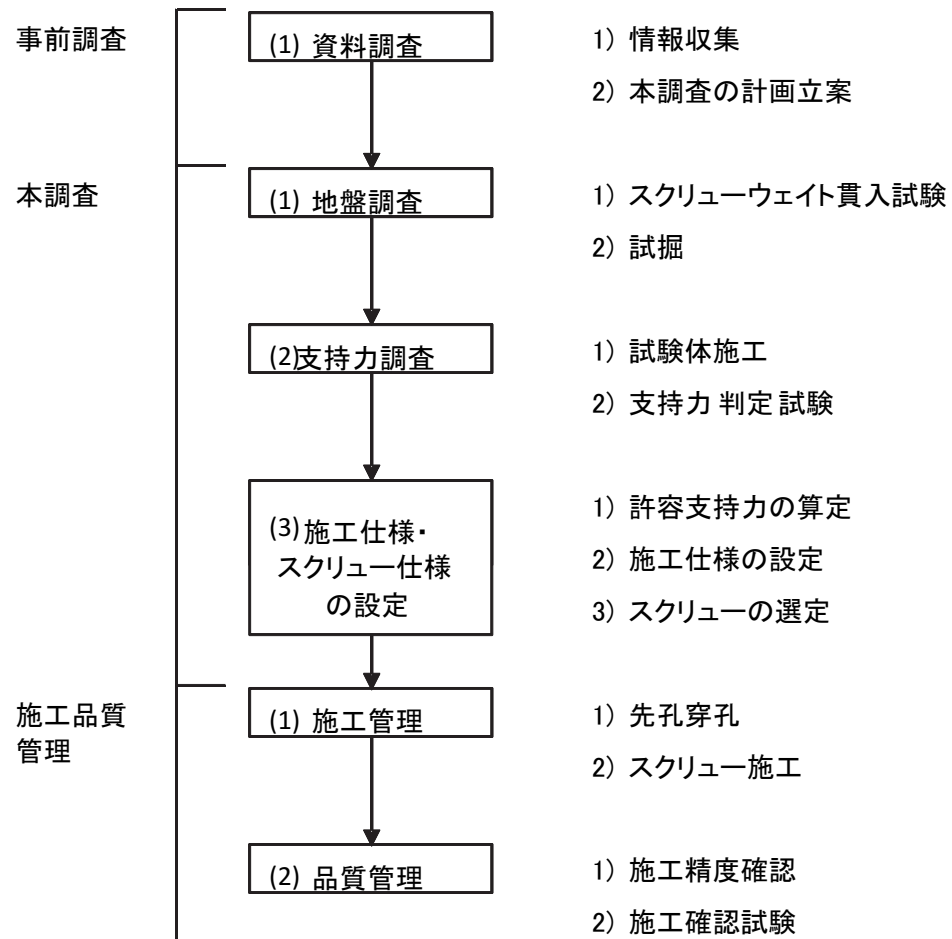


図 3-3 極限支持力と極限引抜き抵抗の関係

4. 施工品質管理

4.1. 施工品質管理フロー

施工品質管理は、下図に示すフローに従う。



4.2. 事前調査

事前調査は、資料による情報収集を行って地盤や上部構造の条件を把握して、本調査の計画に反映させる。

(1) 資料調査

資料調査は、現地で本調査を行う前に、資料による情報収集を行い、本調査の計画立案を行う。

1) 情報収集

地盤条件、上部構造条件の把握を行う。

2) 本調査の計画立案

調査エリアの設定、許容支持力の仮設定、根入れ深さの確認を行う。

【解説】

本工法は、地表面から 2m 付近までの地層を対象にしているため、その層の状況の確認が重要である。

特に、表層部分は造成などがされて、自然の状態ではないことも考えられるので、地盤の安定性を確認するために、造成の有無、造成前の状況、造成後の経過時間などの確認が大事である。

資料調査において現地概況の確認を行い、本調査の計画に反映させる。

1) 情報収集

- ・地盤条件の把握 地形図、近隣での地盤調査結果、発注者からの情報などから、土地の広さ、形状、高低差、地層構成を把握する。
- ・上部構造条件の把握 図面などから、上部構造の規模、配置を把握する。

2) 本調査の計画立案

- ・調査エリアの設定 調査エリアは、事前情報から得られた地盤状況に応じて設定する。
- ・許容支持力の仮設定 技術資料等を基にスクリーンの許容支持力を仮設定する。
- ・根入れ深さの確認 仮設定した許容支持力に必要な根入れ深さを確認する。

4.3. 本調査

本調査は、調査エリア毎に施工仕様とスクリー仕様の設定に必要なデータを確認するために行う。

(1) 地盤調査

地盤調査は、適正な支持力を得るために、事前調査で設定した調査エリアを基に、スクリーウェイト貫入試験と試掘を行い、地盤状況に合わせた範囲を確認して、最終的な調査エリアの確定を行う。

(2) 支持力調査

支持力調査は、調査エリアにおいて所定の支持力が得られることを確認するために行う。

(3) 施工仕様・スクリー仕様の選定

施工仕様・スクリー仕様は、支持力調査の結果を基に許容支持力を算定して選定を行う。

【解説】

(1) 地盤調査

スクリーウェイト貫入試験と試掘は以下の方法で実施する。

1) スクリューウェイト貫入試験

・確認事項

事前調査で設定した調査エリアを基に、地層構成の均一な範囲を確認する。
試験の結果、調査エリア内の地層構成に明らかな違いが見られた場合は、調査エリアの分けの見直しを行う。

地表面から根入れ深さの下部 1d (d: 杭径 = 96mm) までの N_{sw} が 4 以上であることを確認する。

※本調査で地層構成に明らかな違いが見られた場合、もしくは事前調査によって地震時に液状化の恐れのある地盤であった場合においては、別途スクリーウェイト貫入試験を行い、根入れ深さの下部 1d より下方 2m までに 1kN 以下で自沈する層が存在する場合、もしくは根入れ深さの下部 1d より下方 2m から 5m までに 500N 以下で自沈する層が存在する場合は、国土交通省告示 1113 号にしたがって沈下の検討をする。上記の自沈する層が存在しない場合は、本調査を実施する。

・試験本数の確認

調査エリア内の地層構成に明らかな違いが見られた場合は、調査エリアの分けの見直しを行い、追加試験する。

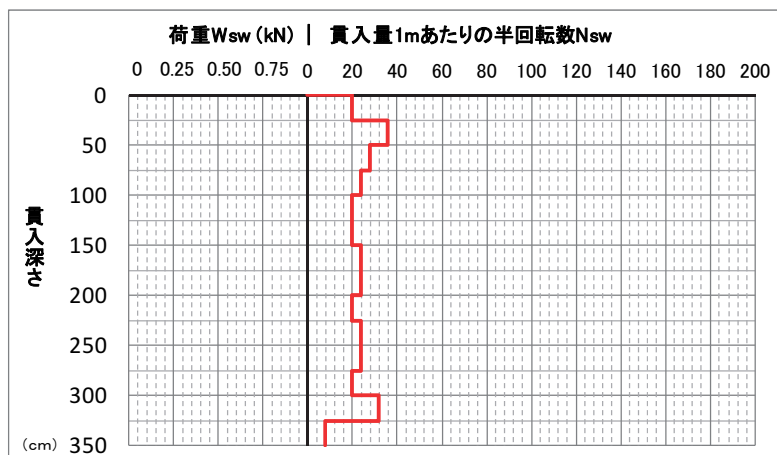
試験本数は、原則として調査エリアの広さによって設定する。

調査エリアの広さ	試験本数
200m ² 未満	2本以上
200m ² 以上400m ² 未満	4本以上
400m ² 以上	6本以上

・試験位置

試験位置は、上部構造の配置内における端部に配置すること。

- ・測定深さ 地表面から根入れ深さの下部 1d(d:杭径=96mm)までを測定する。
- ・手順 試験は、JIS A 1221「スクリューウェイト貫入試験方法」に従う。
- ・記録方法 試験結果は、次の項目を記載することとする。
 - ・調査件名 ・試験年月日 ・地点番号 ・試験者
 - ・载荷装置及び回転装置の種類 ・調査実施日の気象情報
 - ・Wsw、Nsw、自沈状況の記録
 - ・試験位置並びに試験状況に関する記録



荷重 Wsw (N)	貫入量 (cm)	半回転数 Na (回)	推定土質	貫入深さ (cm)	備考	1mあたりの 半回転数 Nsw (回/m)
1000	25	5	粘性土	25		20
1000	25	9	粘性土	50		36
1000	25	7	粘性土	75		28
1000	25	6	粘性土	100		24
1000	25	5	粘性土	125		20
1000	25	5	粘性土	150		20
1000	25	6	粘性土	175		24
1000	25	6	粘性土	200		24
1000	25	5	粘性土	225		20
1000	25	6	粘性土	250		24
1000	25	6	粘性土	275		24
1000	25	5	粘性土	300		20
1000	25	8	粘性土	325		32
1000	25	2	粘性土	350		8

図 4-1 スクリューウェイト貫入試験結果 表記方法例



サーチU—S型

- 回転装置 自動式
 - 回転数 45 半回転数/分
 - ギアモーター AC100V 200W
 - 許容軸トルク 70.6 N・m
- 载荷装置 手動式
 - 装置基本荷重 250 N
 - 载荷装置 おもり 125N/個
- 機体寸法 1250H×750W×750L (mm)
- 機体重量 50 kg(本体)

図 4-2 スクリューウェイト貫入試験装置の例

2) 試掘

- ・確認事項 ドリルの排土等による地質確認、埋設物の有無、施工性確認を行う。
- ・先孔穿孔機械 先孔穿孔機械は、ハンマードリルやハンドオーガーなどが用いられる。
穿孔深さは、想定するスクリーウの根入れ深さまで行う。



図 4-3 ハンマードリルとビットの例



図 4-4 ハンドオーガーとビットの例

- ・ドリル径 ドリル径は、0mm(先孔なし)から 76mm とし、標準径は 40mm とする。
原則として施工時に使用を予定しているドリル径とする。
- ・試掘本数 地盤の状況や埋設物の有無が確認できる適切な本数とする。

(2) 支持力調査

試験体施工と支持力判定試験は以下の方法で行う。

1) 試験体施工

- ・確認事項 支持力調査用の試験体を施工して、施工性能を確認する。
- ・試験体 試験体は、原則として資料調査で仮設定したスクリーウとする。
- ・施工位置 施工位置は、原則としてスクリーウウェイト貫入試験を計測した孔位置とする。
- ・施工本数 調査エリア中で平均 N_{sw}^* の大きさが最も小さい位置などにおいて、1本以上とする。
この調査エリアは、最終的に地盤調査によって均一な地層構成を確認したものとする。
※平均 N_{sw} : スクリーウウェイト貫入試験において、地表面から根入れ深さの下部 1d までの
 N_{sw} (貫入量 1m 当たりの半回転数) を平均したもの。
- ・ドリル径 使用を予定しているドリル径を基本とする。
- ・根入れ深さ 資料調査で仮設定した根入れ深さで行う。

2) 支持力判定試験

- ・確認事項 スクリーウの許容支持力を確認するための試験で、調査エリアごとに地盤の極限引抜き抵抗力を測定する。
- ・試験位置と本数 試験体施工を行った位置および本数とする。
- ・試験方法 引抜き試験を行い、地盤の極限引抜き抵抗力を測定する。
変位量が杭径の 10% (9.6mm) を超えた場合は測定を終了する。
- ・試験装置 試験装置は、学会式試験装置もしくは、専用の小型試験機「テクノテスター」を用いる。

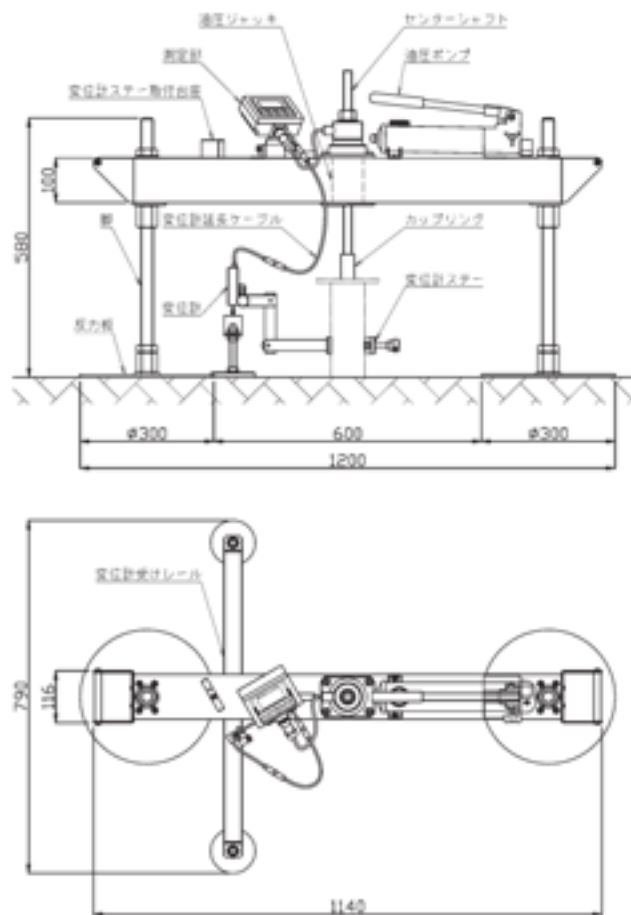


図 4-5 小型試験機「テクノテスター」概略図

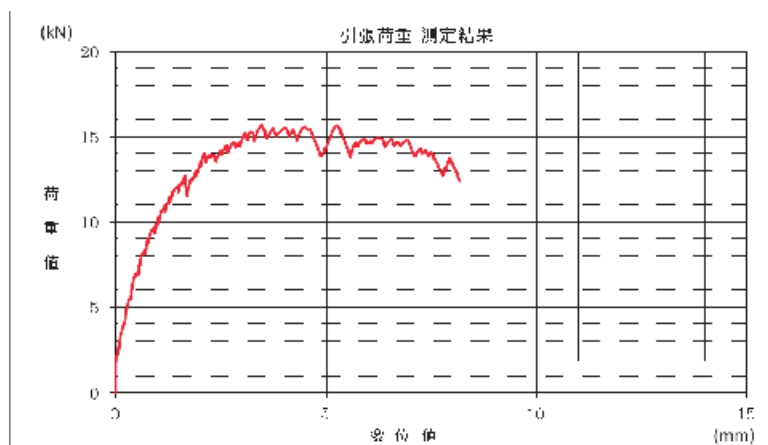


図 4-6 引抜き試験結果 表記方法例

(3) 施工仕様・スクリュー仕様の設定

許容支持力の算定、施工仕様の決定、スクリューの選定は、以下の方法で行う。

1) 許容支持力の算定

・地盤の引抜き方向の許容支持力

支持力調査によって得られた地盤の極限引抜き抵抗を用いて、調査エリアごとに算定する。

ひとつの調査エリアで複数本の試験を行った場合は、最小値を使用する。

学会試験方法による引抜き試験を行った場合は、地盤の引抜き方向の許容支持力を、下式により求める。

$$tRa = \phi \cdot tRu$$

tRa : 地盤の引抜き方向の許容支持力 (kN)

ϕ : 低減係数 (短期 = 2/3)

tRu : 引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗 (kN)

※ 小型試験機を採用した場合は、 tRu を下式により補正する。

$$tRu = 0.86 \cdot ctRu$$

$ctRu$: 小型試験機による地盤の極限引抜き抵抗 (kN)

・地盤の許容支持力

載荷試験による地盤の極限支持力は、引抜き試験により求めた地盤の極限引抜き抵抗と同値とする。

地盤の許容支持力は長期と短期があるため、それぞれの低減係数により求める。

$$Ra = \phi \cdot tRu$$

Ra : 地盤の許容支持力 (kN)

ϕ : 低減係数 (長期 = 1/3、短期 = 2/3)

2) 施工仕様の決定

算定した許容支持力が確保できる根入れ深さ、ドリル径を決定する。

3) スクリューの選定

必要な根入れ深さが確保できるスクリューを選定する。

4.4. 施工品質管理

施工品質管理は、施工したスクリューが設計時に確保された保有性能を満たすために、本マニュアルの内容に従って施工が行われていることを確認する。施工記録は、施工データシート等により行う。

(1) 施工管理

施工管理は、スクリューの設置における施工工程ごとの管理を行う。

(2) 品質管理

品質管理は、スクリューの施工精度確認と、短期に生ずる力に対する地盤の引抜き方向の許容支持力 t_{Ra} (以下、短期 t_{Ra}) の確認試験によって行う。

【解説】

(1) 施工管理

スクリューの設置における施工工程ごとの管理は、以下の方法で行う。

1) 先孔穿孔

- ・ドリル径 原則として、支持力調査で使用したドリル径で行う。
ドリル径が支持力調査と異なる場合は、施工位置と同じ調査エリアで支持力判定試験を実施するなどして安全性を確認し、現場責任者の指示を仰ぐ。
- ・穿孔深さ 原則として、スクリューの根入れ深さまで穿孔を行う。
- ・鉛直度 水準器やスラント等を用いて鉛直に穿孔を行う。

2) スクリュー施工

- ・鉛直度 専用のハンド型電動式回転工具「ディー・アースドライバー」の水準器や、スラント等を用いて、鉛直に施工を行う。
- ・根入れ深さ 必要な根入れ深さまで達したら、直ちに施工を停止する。
微調整を行う場合は、手動式の微調整ツールを用いて、押込み方向にのみ回転を加え調整し、戻し方向での調整は行わない。
- ・施工状況 埋込み時の抵抗感など、施工状況に変化が見られた場合は、状況を施工データシート等に記録する。

(2) 品質管理

スクリューの施工精度確認と、短期 t_{Ra} の確認は、以下の方法で行う。

1) 施工精度確認

- ・施工位置、高さ 墨出線等により位置、高さを確認する。
問題がある場合には、現場責任者の指示を仰ぐ。
- ・施工角度 水準器、スラント等により施工角度を確認する。
問題がある場合には、現場責任者の指示を仰ぐ。

2) 施工確認試験

- ・確認事項 現場で施工したスクリーウの施工状態を確認するための試験で、調査エリアごとに短期 tRa まで測定する。このとき、抜け出し等の過大な変位がないことを確認する。施工確認フローを、図 4-7 に示す。
- ・試験位置と本数 許容支持力が同一な調査エリアごとに、施工数全体の 0.5%(最少 3 本)以上とする。また、施工状況に変化が見られた場合は、その箇所も含むこと。
- ・試験方法 引抜き試験を行い、確認荷重値として、短期 tRa までを測定する。変位量が杭径の 10%(9.6mm)を超えた場合は測定を終了する。

確認荷重値(変位量 $\delta \leq 9.6\text{mm}$) = 短期 tRa

短期 tRa の算定は、p.15、4.3 (3)の計算によって行う。

試験本数のうち 1 本でも変位量が 9.6mm より大きい場合は、全体の 20%を試験し、さらに抜け出しを生じたものがあれば全数を試験する。

抜け出したスクリーウは、管理者と協議のうえ、再施工を行う。

再施工は、原因を分析して、位置を変更するなどの対策を検討してから行う。

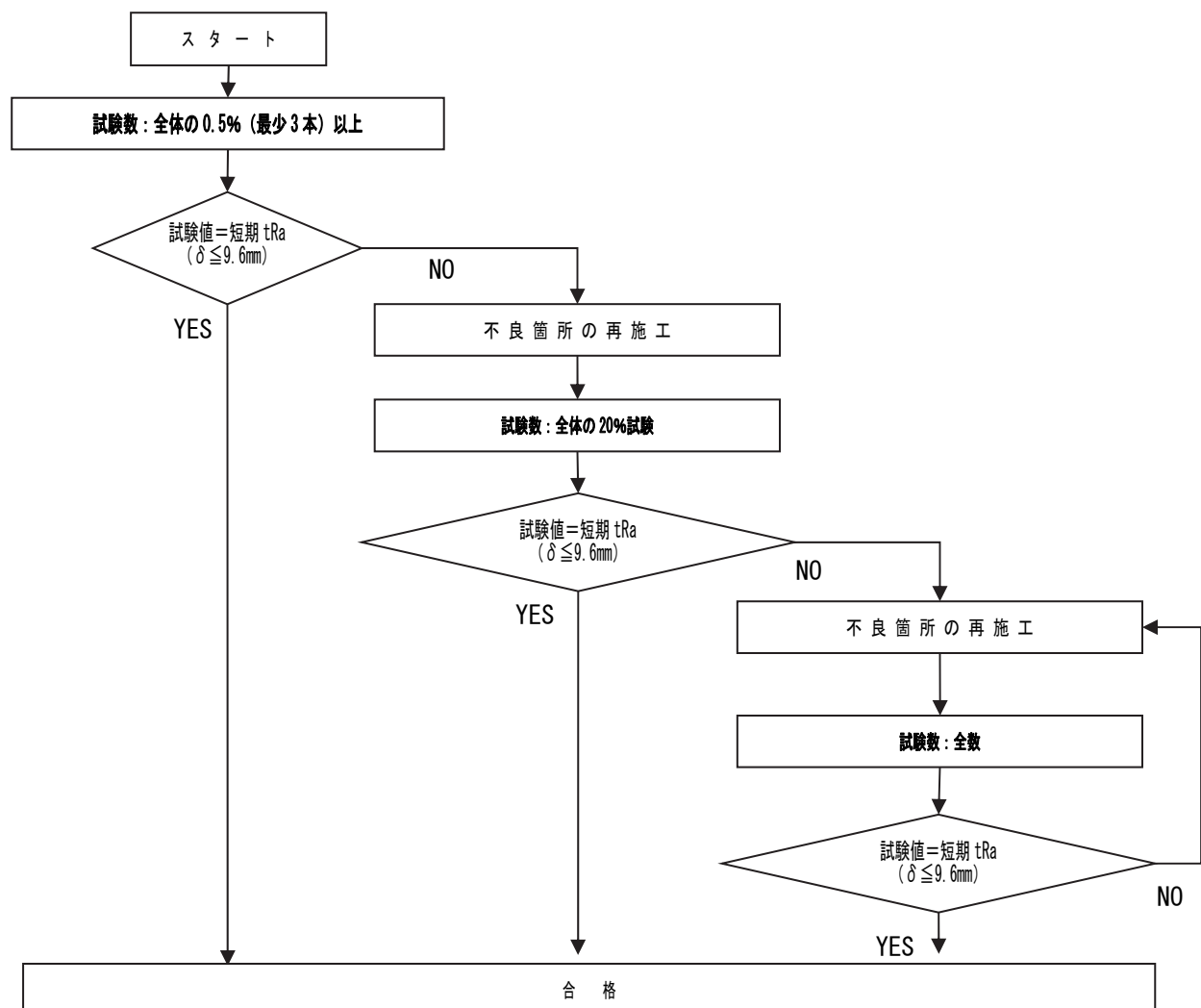


図 4-7 施工確認フロー

5. 施工

5.1. 施工方法

本工法の施工手順は下記の施工フローに従う。



(1) 現地確認

施工を開始する前に、地盤状態、埋設物の有無、現地周辺状況などの現地状況を確認する。

(2) 遣り方・墨出し

スクリューの施工位置を光学機器等で測量し、基準の糸張りをを行い、墨出しを行う。

(3) 先孔穿孔

先孔穿孔にはハンマードリル等の機械を用い、水準器等で鉛直精度を確認しながら、所定の墨位置に穿孔を行う。

穿孔深さは、原則として、スクリューの根入れ深さまで穿孔を行う。

使用するドリル径は、0mm～76mm とし、標準径は 40mm とする。

(4) スクリュー施工

スクリュー施工は、ハンド型電動回転工具「ディー・アースドライバー」などを用いて行う。

(5) レベル確認

オートレベル等の光学機器を使用し、杭頭を所定の高さに調整する。

微調整を行う場合は、手動式の微調整ツールを用いて、押込み方向にのみ回転を加え調整し、戻し方向の調整は行わない。

【解説】

(1) 現地確認

1) 地盤状態の確認

地面の状態が、スクリュー施工を適切に行える程度の不陸状態かどうかの確認を行う。

2) 埋設物の確認

電気、ガス、水道等の地下埋設物があるおそれがないかの確認を行う。

3) 現場周辺状況の確認

現場内、現場周辺の確認を行い、資機材の置き場・搬入経路等の確認を行う。

(2) 遣り方・墨出し

基準となる地点の指示を受けて、その地点よりディー・アーススクリューの埋込み位置を記す。

ディー・アーススクリューを施工する位置から、1000mm 程度外側の位置に木杭を打ち込む。

設置した木杭に光学機器等を使用し、釘等により通りの芯出しを行う。

通り芯にトランシットを設置し、スチールテープによりディー・アーススクリュー施工位置を墨出しする。

オートレベルを使用し、ディー・アーススクリューの計画天端となる高さに木板を設置する。

通り芯より最低 110mm 以上の位置に逃げ糸を張る。

(3) 先孔穿孔

先孔穿孔はハンマードリル等を用いる。ハンマードリルで穿孔が困難な地盤では、ハンドオーガー、削岩機等の適切と思われる機器を選択して行う。

ドリル径は、0mm(先孔なし)から76mm(ディー・アーススクリューのパイプ部径)とし、標準径は40mmとする。なお、標準径は、本技術の評価試験において設定したドリル径である。

原則として、本調査によって決定された施工仕様に従う。

スクリュー施工が困難な場合等により、やむを得ずドリル径を支持力調査の仕様から変更する場合は、施工位置と同じ調査エリアで支持力判定試験を実施するなどして安全性を確認し、現場責任者の指示を仰ぐ。

先孔穿孔は、鉛直精度を確認しながら所定の墨位置に行う。石等により所定の墨位置に穿孔またはスクリュー施工を行えない場合は、設置位置を変更する。変更する場合は、管理者へ報告し、対応を検討したうえで実施する。

変更位置は、元の墨位置(ダメ孔)中心から 300mm 以上離れた距離とする。ダメ孔は埋め戻す。

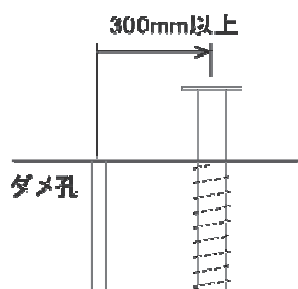


図 5-1 スクリュー施工位置の変更

(4) スクリュー施工

1) 工具

ハンド型電動式回転工具「ディー・アースドライバー」の概略を図 5-2 に、仕様を表 5-1 に示す。

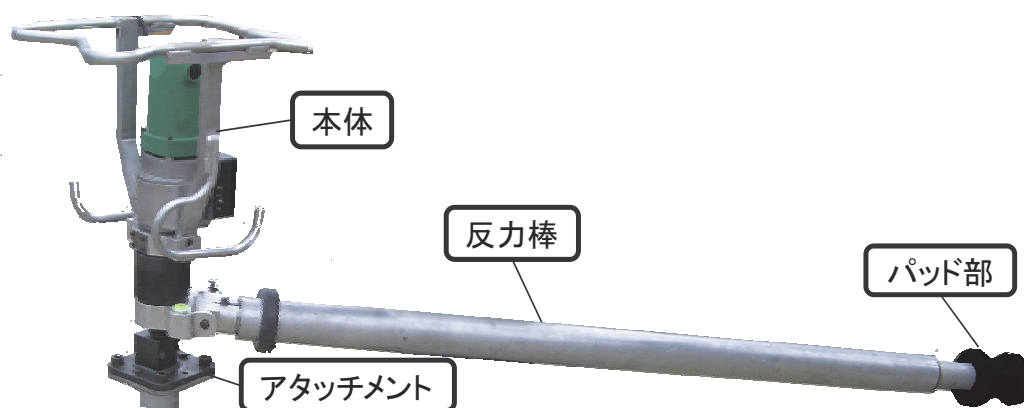


図 5-2 ハンド型電動式回転工具「ディー・アースドライバー」

表 5-1 仕様

名称	ディー・アースドライバー
型式	DES-2000J
電源・電圧	単相交流 100V (50/60Hz) 21A (2重絶縁)
消費電力	2000W
回転数	2段切替え式 高速 10rpm / 低速 4rpm (正転・反転モード切替え付き)
外形寸法	本体 : (L)480×(W)370×(H)650mm 反力棒 : $\phi 120 \times 1670$ (伸延時 2740)mm
質量	21kg



図 5-3 セット状況

2) 作業手順

スクリューを施工位置に立て、アタッチメントを接続する。

ディー・アースドライバーを接続し、回転方向、速度を確認する。

反力のかかる方向に注意し、反力棒をしっかり固定する。

本体に設置の水準器により鉛直精度を確認しながら、スクリュー施工を行う。

高速回転によりディー・アースドライバーに負荷が掛る場合は、低速回転に切り替えて施工を行う。

3) 注意点

スクリューとアタッチメントは、施工中に外れないよう、インパクトドライバー等を用いてボルト固定する。
固定物を支持にする場合は、反力棒の先端に付いているパッドを必ずあてる。

作業者が反力棒を持つ場合は、反力棒を支えられなくなる前に直ちにディー・アースドライバを停止できる姿勢で作業する。

スクリューを地中に入れるに従って、角度の修正が困難になるため、垂直精度は、スクリュー施工の初期段階で特に意識して行う。

4) 専用重機について

本工法で使用する施工機械は、ハンド型電動式回転工具のほか、専用重機があり、地盤の固さや施工本数、工期などから適切な機械を選択する。専用重機の外観を図 5-4 に示す。

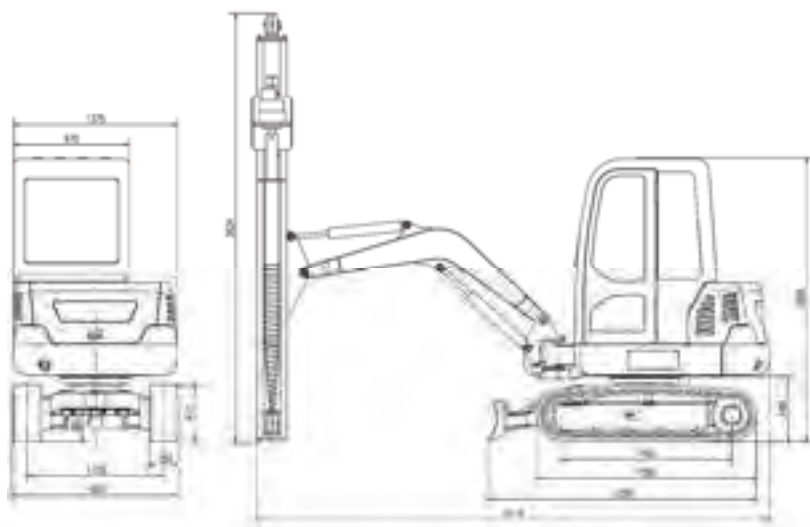


図 5-4 専用重機外觀図

(5) レベル確認

一般的な基礎の場合、スクリュー設置後の突出高さは水平でなければならない。そのため、高さの基準となるスクリューの設定を行って、同一の基礎となるスクリューのレベル調整を行う。

高さ調整を行う場合は、手動式の微調整ツールを用いて、押込み方向にのみ回転を加え調整し、戻し方向の調整は行わない。オートレベル等の光学機器を使う場合は、受光器を取り付ける。使用状況を図 5-5 に示す。

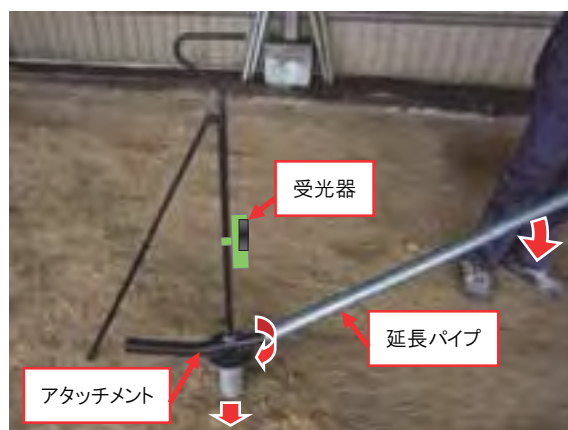


図 5-5 微調整ツールの使用状況

5.2. 不適合品の処理

施工の工程内で使用されるスクリューおよび施工が顧客の要求品質を満足せず、不適合品と判断された場合、不適合品の管理手順に従って対応する。

【解説】

1) 不適合品の管理に関する責任と権限

顧客のクレーム管理に関して、内容確認、報告をサンコーテクノ株式会社に相談し、処置をする。

不適合品の処置後に結果の確認を行い、サンコーテクノ株式会社に結果報告する。

サンコーテクノ株式会社は、不適合処理の相談を受けたとき、指導をする。

サンコーテクノ株式会社は、不適合品の処置結果を受け、承認後、再発防止対策を関係部署に報告する。

2) 不適合品の管理手順

- ・不適合品の識別 : 適合品の隔離
- ・不適合品の文書化 : 不適合品の状況を発見時に記録
- ・不適合品の評価 : 不適合品の内容確認
- ・不適合品の処置 : 不適合品の処理の検討、実行、確認
- ・不適合品の報告 : 不適合品の報告、通知

5.3. 安全衛生管理

工法の特徴を十分に熟知するとともに、「労働安全衛生法」「労働安全衛生規則」等関連法規に従って、施工条件や作業環境に十分に注意し、安全の確保に努めなければならない。

【解説】

1) 事前安全審査

施工計画、作業手順は施工管理・安全担当、協力会社の現場代理人、職長等により十分に検討を行う。

2) 墜落災害防止

法面施工においては、安全帯使用の徹底を行い、墜落災害防止に努める。

1.5M 以上の作業場所は高所作業とし、作業床、昇降設備を完備し、施工を行う。

3) クレーン災害防止

移動式クレーンの作業時は、アウトリガー足元に敷き鉄板で養生を行う。

吊り作業半径以内には関係者以外の立ち入りを禁止する。

吊りワイヤー等の吊り具は使用前に安全点検を実施し、不良品使用禁止を徹底する。

クレーン作業は、無線による指示を原則とするが、手信号による場合は事前に合図方法を統一する。

4) 重機災害撲滅

重機作業半径以内には、関係者以外の立ち入りを禁止する。

重機移動時は誘導員を配置し、単独での移動は行わない。

重機作業時は、回転灯を点灯し、注意喚起を行う。

重機作業は、有資格者作業とし、また車両から離れる際は必ず鍵を取り外す。

また併せて廃土板及びブームを地面と接触させる。

5) 交通災害、第三者災害の防止

工事用車両は、法定速度を厳守し、無理な運転を行わないよう指導する。

資材運搬に当たっては、過積載の内容管理し、また荷崩れの無いよう強固に固定する。

一般道より現場への出入り時は誘導員を配置し、一般車両、第三者災害のないよう管理を行う。

工場内ルールを事前に把握、周知徹底し事故の無いように努める。

6) 個人健康管理

朝礼時には、個人の健康状態を確認し、体調不良者には作業を行わせない。

夏期作業においては、熱中症に注意し、適宜休憩・水分・塩分補給を十分行う。

7) 作業主任者の明示

作業主任者掲示を各作業場所において行う。

8) 悪天候時の作業中止基準

・強風

10 分間の平均風速が 10m/s 以上の強風時は、施工管理者の判断により作業中止をする。

・大雨

連続の降雨量が 50mm 以上の場合。また落雷の危険性がある場合は、早めに作業中止とする。

・地震時の作業中止基準

高所作業及びクレーン等の機械による作業について、中震(震度4)以上の地震の時は、作業を中止する。

※中震の状態:吊り上げ物は大きく揺れ、歩いている人も揺れを感じる状態。

・作業の再開

天候等の回復後、異常がないか足場等の点検を行い、施工管理者が作業再開を可であると判断した時点で関係各所に報告した後、作業を開始する。

【参考図書】

- 1) 国土交通省住宅局建築指導課他:2007 年版 建築物の構造関係技術基準解説書, 2007
- 2) 日本建築学会:建築基礎構造設計指針, 2001
- 3) 日本建築学会:建築基礎設計のための地盤調査計画指針, 2009
- 4) 日本建築学会:小規模建築物基礎設計指針, 2008
- 5) 地盤工学会:杭の鉛直試験荷重方法・同解説 第一回改訂版, 2002
- 6) 日本工業規格協会:JIS A 1221 スクリューウェイト貫入試験, 2020

< 参考資料 >

参考1: 杭の載荷試験成績書(12-5340)

押込み載荷試験	C-1～C-3
引抜き載荷試験 (標準)	T-1～T-3
(小型)	T-4～T-6
水平載荷試験	H-1～H-5

参考2: 杭の載荷試験成績書(13-0270)

押込み載荷試験	C-4
(施工条件:C-3、計画最大荷重:40kN)	

参考1:杭の載荷試験成績書(12-5340)

参考 1-1～1-33 押込み載荷試験(C-1～C-3)
引抜き載荷試験(T-1～T-3)
小型引抜き試験機による引抜き載荷試験(T-4～T-6)
水平載荷試験(H-1～H-5)

参考 1-34～1-44 巻末資料1 : SWS試験による地盤調査結果

参考 1-45～1-75 巻末資料2 : 試験計画書
押込み載荷試験(C-1～C-3)
引抜き載荷試験(T-1～T-3)
小型引抜き試験機による
引抜き載荷試験(T-4～T-6)
水平載荷試験(H-1～H-5)

試 験 成 績 書

依頼者 住 所	千葉県流山市東初石 6-183-1
会社名又は団体名	サンコーテクノ株式会社
責 任 者 名	代表取締役社長 洞下 英人
依頼試験の名称	杭の載荷試験

平成 25 年 3 月 7 日付契約した依頼試験について、一般財団法人ベターリピング
つくば建築試験研究センターにおいて試験を実施した結果は次のとおりである。

平成 25 年 3 月 29 日

東京都千代田区富士見 2 丁目 1 番 2 号
ステージビルディング

一般財団法人 ベターリピング

理事長 那 珂 正



1. 試験の目的

本試験は、サンコーテクノ株式会社より依頼のあった「杭の載荷試験（品名：ディー・アーススクリュー）」について試験を行い、杭の支持特性を把握することを目的とする。

2. 施工試験

2.1 試験体の寸法・形状

試験体は、螺旋状の羽根を有し、先端が尖った鋼管杭である。試験体の形状・寸法を図 2.1 及び表 2.1 に示す。また、試験体番号 T-4 から T-6 の場合に使用する小型載荷装置の概要図を図 2.2 に示す。

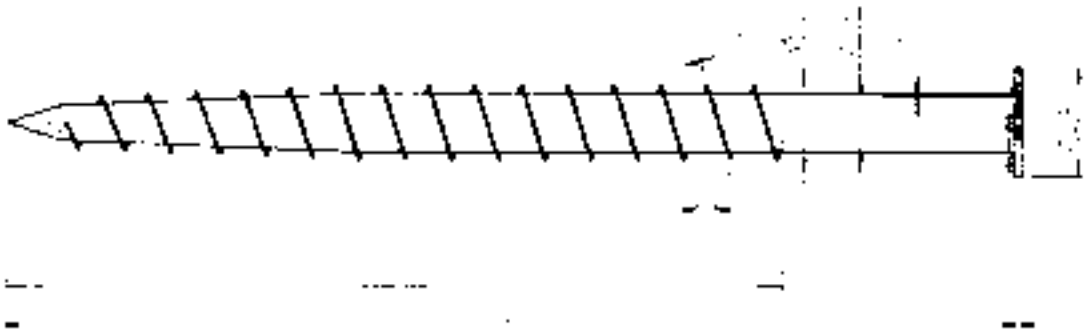


図 2.1 試験体の形状（依頼者提出資料より）

表 2.1 試験体の仕様

試験体番号	仕様			突出長 (mm)	加力点 高さ (体)	試験体数	載荷方向	載荷装置	載荷方式
	全長・L (mm)	スパイラル長・L1 (mm)	本体厚み・t (mm)						
C-1	1000	800	3.60	200	-	3	押し	標準※	段階式一方向載荷
C-2	1300	1000	3.60	300					
C-3	1600	1200	3.75	400					
T-1	1000	800	3.60	200	-	6	引き	標準※	段階式一方向載荷
T-2	1300	1000	3.60	300					
T-3	1600	1200	3.75	400					
T-4	1000	800	3.60	200				小型	連続式一方向載荷
T-5	1300	1000	3.60	300					
T-6	1600	1200	3.75	400					
H-1	1000	800	3.60	200	150	5	水平	標準※	段階式一方向載荷
H-2	1300	1000	3.60	300	250				
H-3	1300	1000	3.60	200	150				
H-4	1600	1200	3.75	400	350				
H-5	1600	1200	3.75	200	150				

※『地盤工学会基準 杭の鉛直載荷試験方法・同解説（地盤工学会 2002 年）』に準拠したもの

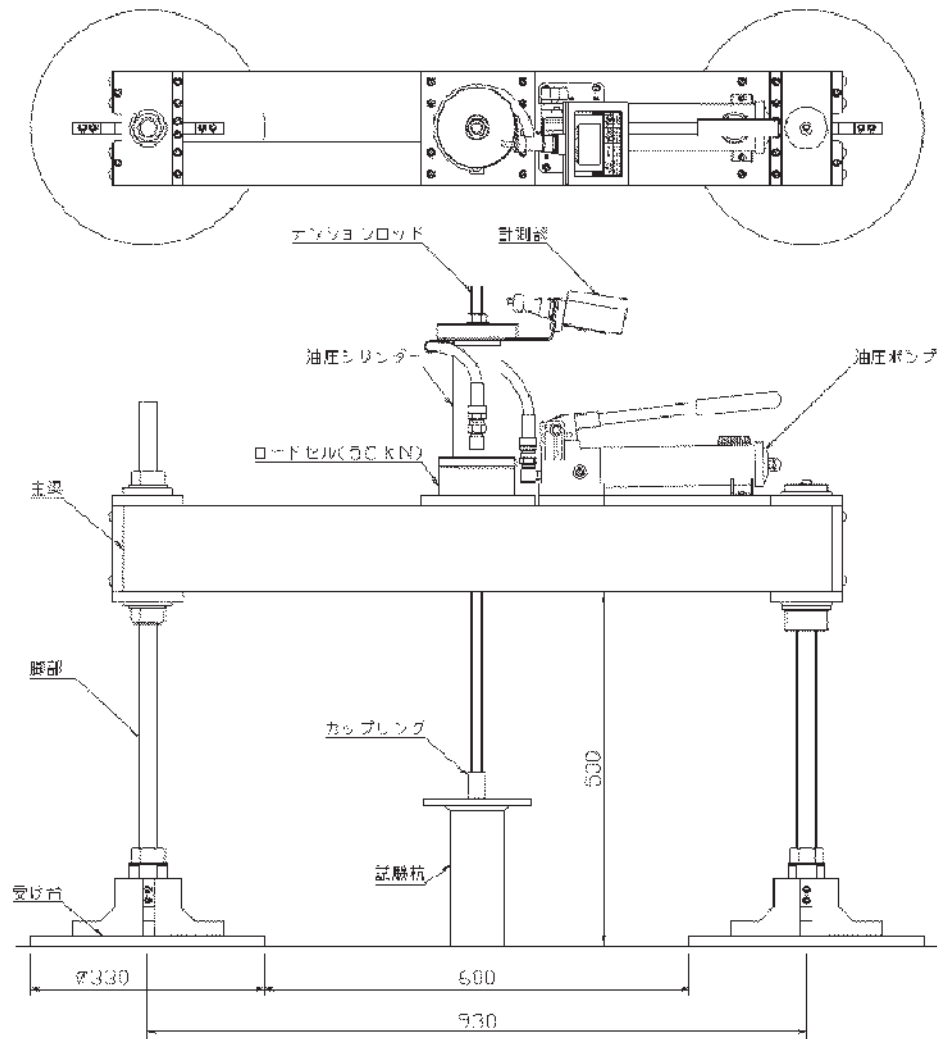


図 2.2 小型試験装置の概要図（依頼者提出資料より）

2.2 地盤条件

試験体施工場所（茨城県つくば市立原 2 番地）における土質柱状図を図 2.3 に示す。図 2.3 より、試験体の先端部分は、いずれも地表面-1.9m 以浅の埋土層（粘性土主体）に位置する。

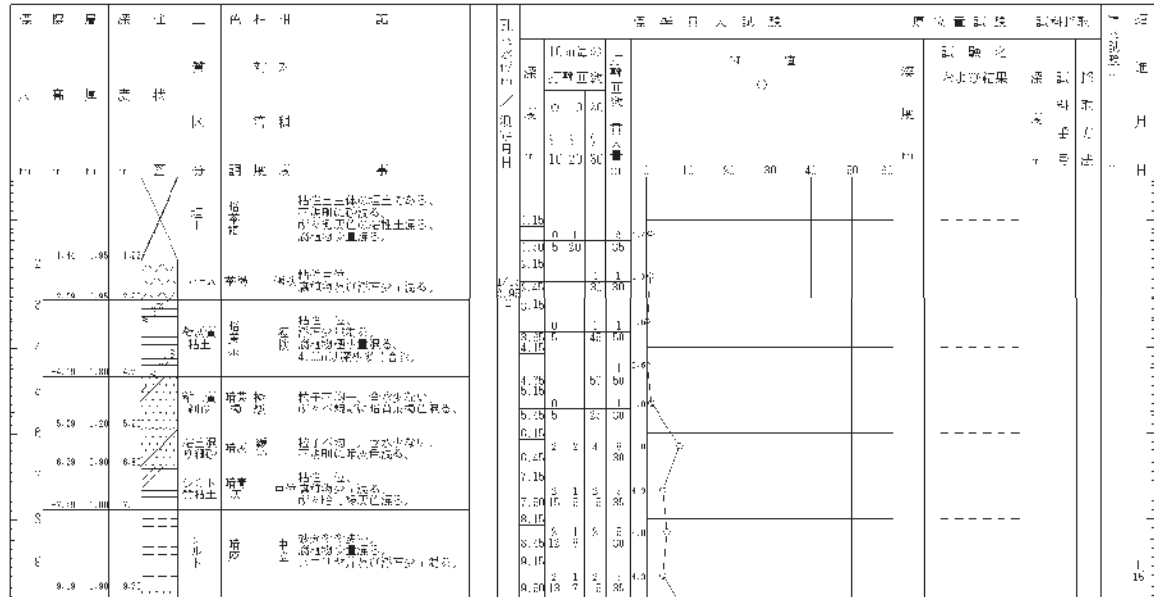


図 2.3 土質柱状図

2.3 施工方法

(1) 施工機材

試験体の施工機材の仕様を表 2.2 に示す。また、施工機材の設置状況を写真 2.1 に示す。

表 2.2 施工機材の仕様（依頼者提出資料より）

名称	ディー・アースドライバー
型式	DES-2000J
電源・電圧	単相交流 100V (50/60Hz) 21A 回
消費電力	2000W
回転数	高速 10rpm / 低速 4rpm
外形寸法	本体：(L)480×(W)370×(H)650mm 反力棒：φ120×1670(伸延時 2740)mm
質量	21kg



写真 2.1 施工機材設置状況

(2) 施工手順

施工手順を以下に示す（依頼者提出資料より抜粋）。

【施工手順】

① プレボーリング

ハンマードリルを用いてプレボーリングを行う。直径は、40mm とし、掘削深さは、試験体施工深さと同じとする。

② 杭の回転貫入

杭及び施工機材を設置し、トルクにより杭を回転させながら、地盤中に貫入する。

2.4 施工管理項目

施工時の管理項目、管理方法、管理値を表 2.3 に示す。

表 2.3 管理項目一覧

施工工程	管理項目	管理方法	管理値等
プレボーリング	ドリルビットの径	検尺による。	40mm 以下であること
回転貫入	鋼管の突出長	検尺により地表面からの突出長を測定する。	施工結果を把握すること
	鋼管の傾斜	傾斜計により直角 2 方向の傾斜角を測定する。	5° 以下であること

2.5 施工管理の結果

各管理項目は、所定の管理方法により管理されていることを確認した。確認結果概要を表 2.4 に、試験体設置精度一覧を表 2.5 に示す。また、施工状況写真を写真 2.1～2.6 に、トルク値分布図を図 2.3 に、それぞれ示す。

表 2.4 施工試験結果概要一覧

施工工程	管理項目	管理方法	管理値等	確認結果
プレボーリング	ドリルビットの径	検尺による。	40mm 以下であること	40mm 以下であった。
回転貫入	鋼管の突出長	検尺により地表面からの突出長を測定する。	施工結果を把握すること	施工結果を把握した。
	鋼管の傾斜	傾斜計により直角 2 方向の傾斜角を測定する。	5° 以下であること	5° 以下であった。

表 2.5 試験体設置精度一覧

試験体番号	試験体設置精度			
	傾斜角(°)			突出長 (mm)
	東西方向	南北方向	最大	
C-1	0.11	1.55	1.55	201
C-2	1.60	0.69	1.75	218
C-3	0.57	1.66	1.76	200
T-1	1.20	0.34	1.25	205
T-2	0.86	0.11	0.87	190
T-3	2.52	0.17	2.53	180
T-4	1.09	0.23	1.11	190
T-5	0.46	2.18	2.22	189
T-6	0.52	0.29	0.59	197
H-1	0.69	0.57	0.89	208
H-2	1.32	0.86	1.57	305
H-3	2.01	1.72	2.64	199
H-4	0.29	0.92	0.96	395
H-5	0.06	0.29	0.29	206



写真 2.1 ドリルビット



写真 2.2 プレボーリング状況



写真 2.3 試験体



写真 2.4 試験体設置状況



写真 2.5 施工機材設置状況



写真 2.6 打ち止め完了状況

3. 載荷試験

3.1 試験杭

試験杭は、「2. 施工試験」に使用された杭である。

3.2 反力杭の仕様

反力杭の仕様を表 3.1 に示す。

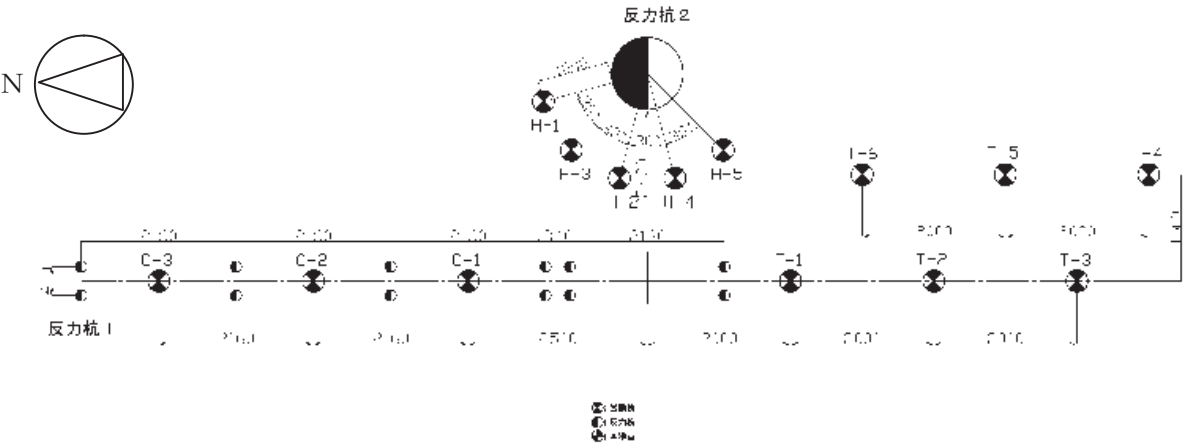
なお、引抜き載荷においては、地表面地盤を反力とするため、反力杭を使用していない。

表 3.1 反力杭仕様

杭名称	工法名称	施工方法	杭種	杭長	軸部 径	羽根 部径	備考
反力杭 1	ダイレクト アース工法	回転貫入	鋼管杭	1.6m	76mm	96mm	押込み 載荷用
反力杭 2	埋込み杭工法	プレボー リング	鋼管杭	22.0m	1,000 mm	—	水平載荷用

3.3 配置

試験実施場所における試験杭、反力杭の配置を図 3.1 に示す。



(単位：mm)

図 3.1 試験杭および反力杭の配置

3.4 載荷方法

各試験体の載荷方式、計画最大荷重および荷重保持時間等、載荷条件を表 3.2 に示す。ただし、杭頭部の変位量が依頼者の設定する目標値（10mm）に到達した場合には、依頼者と協議の上、試験終了とする。載荷荷重と計測時間の関係例を図 3.2 に示す。

表 3.2 載荷条件一覧

試験体番号	載荷方向	載荷装置	載荷方式	載荷荷重 段階数	計画最大荷重 (kN)	荷重保持時間 (min)	測定間隔 (min)
C-1	押し	標準	段階式一方向載荷	8	16	30	1
C-2					24		
C-3					32		
T-1	引き	標準	段階式一方向載荷	8	8	3	1
T-2					16		
T-3					24		
T-4		小型	連続式一方向載荷	—	8	—	(連続)
T-5					16		
T-6					24		
H-1	水平	標準	段階式一方向載荷	8	4	3	1
H-2					8		
H-3					8		
H-4					16		
H-5					16		

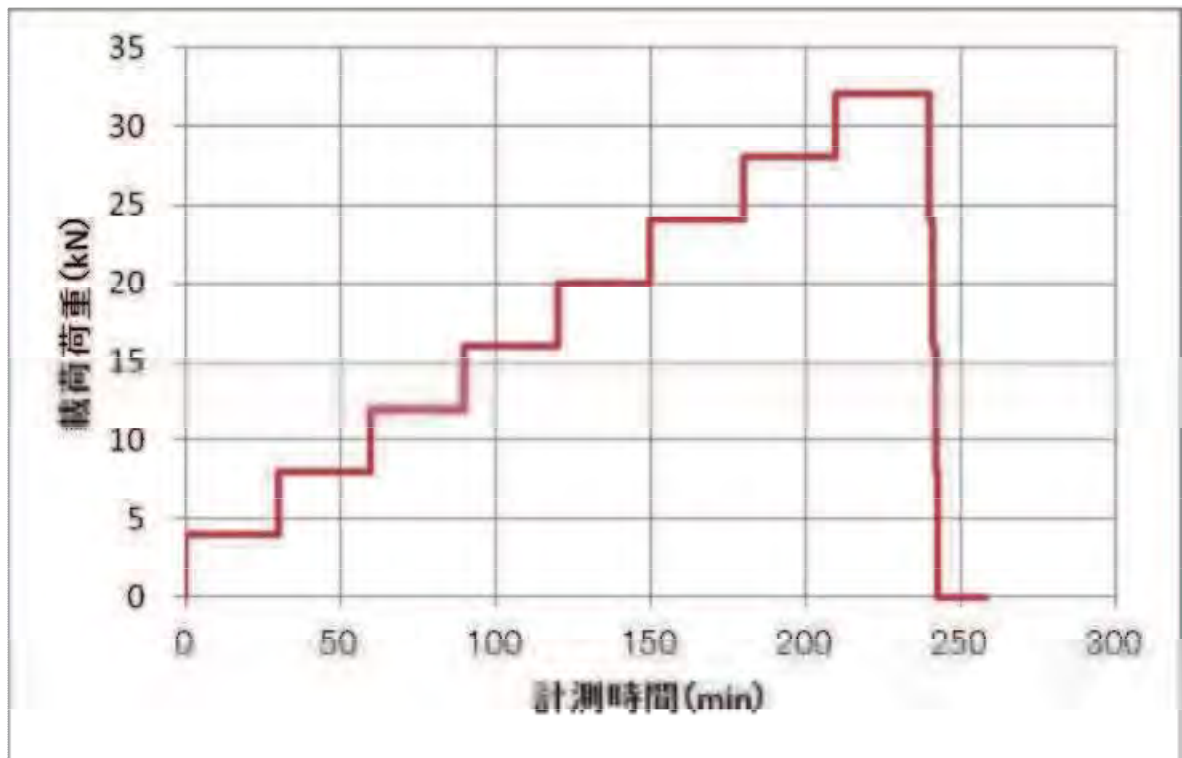


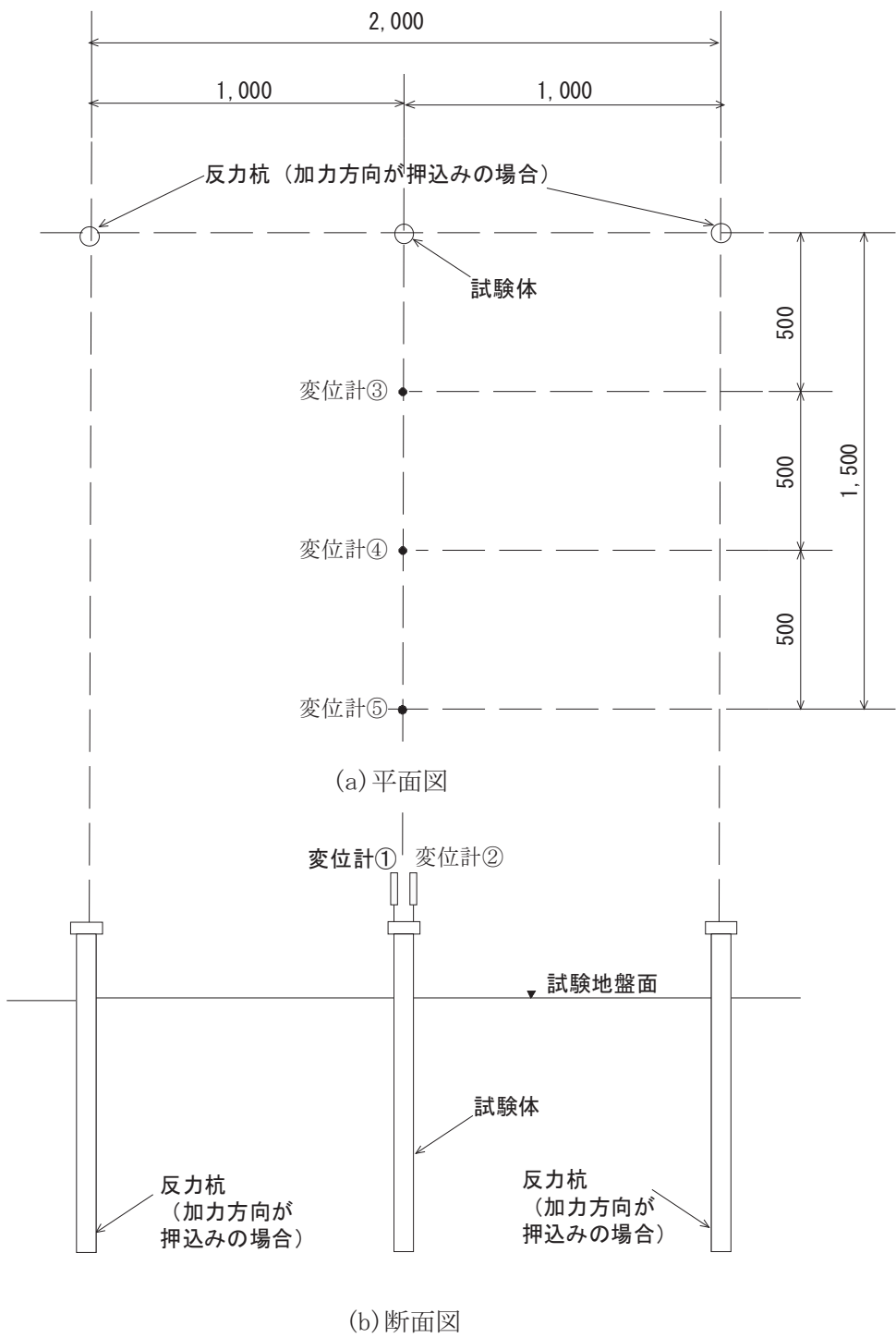
図 3.2 載荷荷重—計測時間関係（試験体 No. C-3 の場合）

3.5 計測項目

計測項目および計測器一覧を表 3.3 に、変位計設置位置を図 3.3、3.4 に、それぞれ示す。
また、試験装置設置状況を写真 3.1～3.4 に示す。

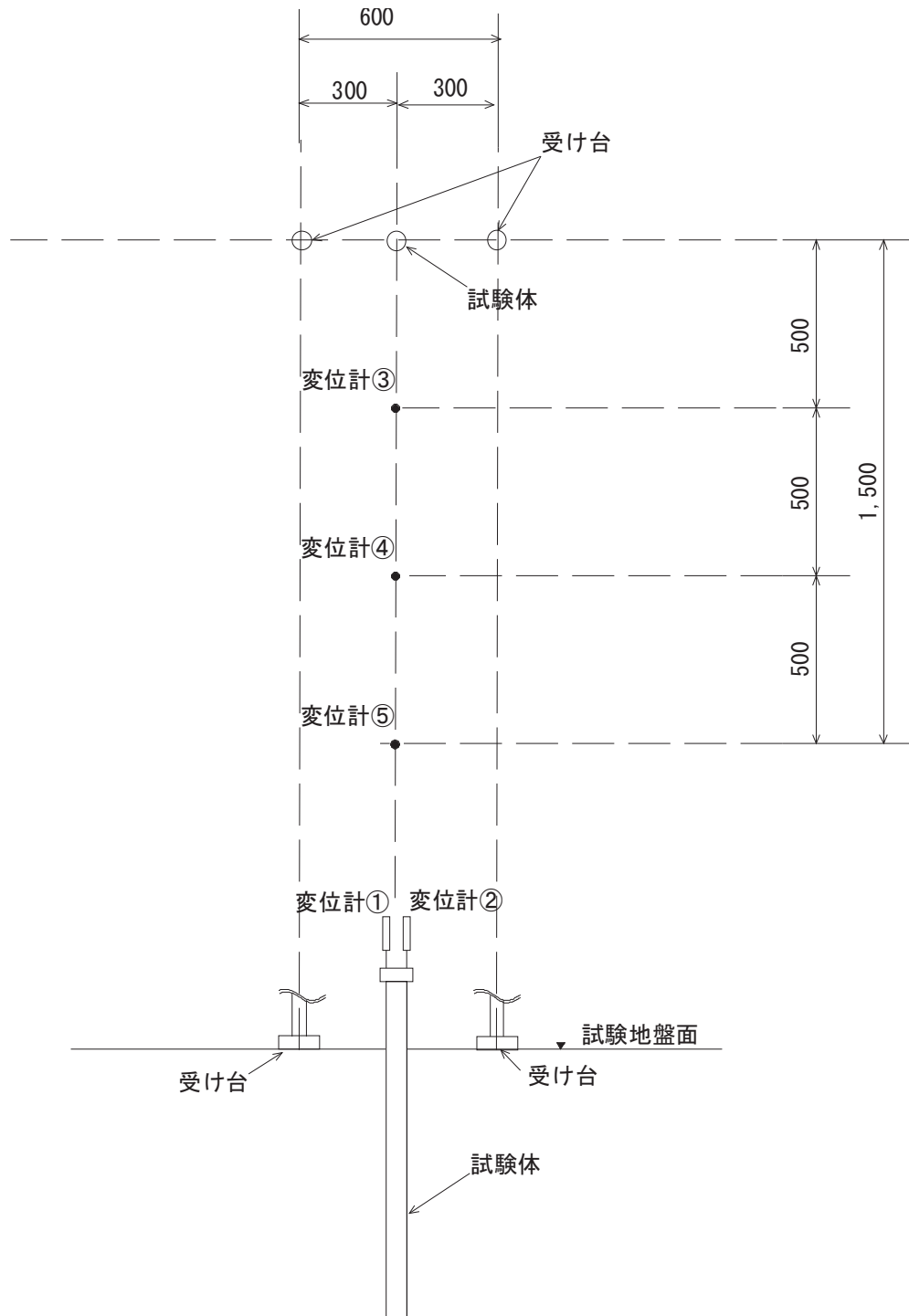
表 3.3 計測項目および計測器一覧

載荷方向	計測項目		計測器	点数	備考
押し込み ・ 引き抜き	試験体	載荷荷重	ロードセル (LC-10TH88)	1	容量：100kN
		杭頭部鉛直変位 (図 3.3①、②)	ひずみゲージ式 変位計 (CDP-50)	2	—
	地表面	鉛直変位 (図 3.3③～⑤)	ひずみゲージ式 変位計 (CDP-50)	3	試験杭からの離間距離 500、1000、1500mm に 1箇所ずつ設置
水平	試験体	載荷荷重	ロードセル (LC-10TH88)	1	容量：100kN
		杭頭部鉛直変位 (図 3.4①～④)	ひずみゲージ式 変位計 (CDP-50)	4	加力点と同じ高さに 2 箇所、加力点から 100mm 下方に 2 箇所ずつ設置



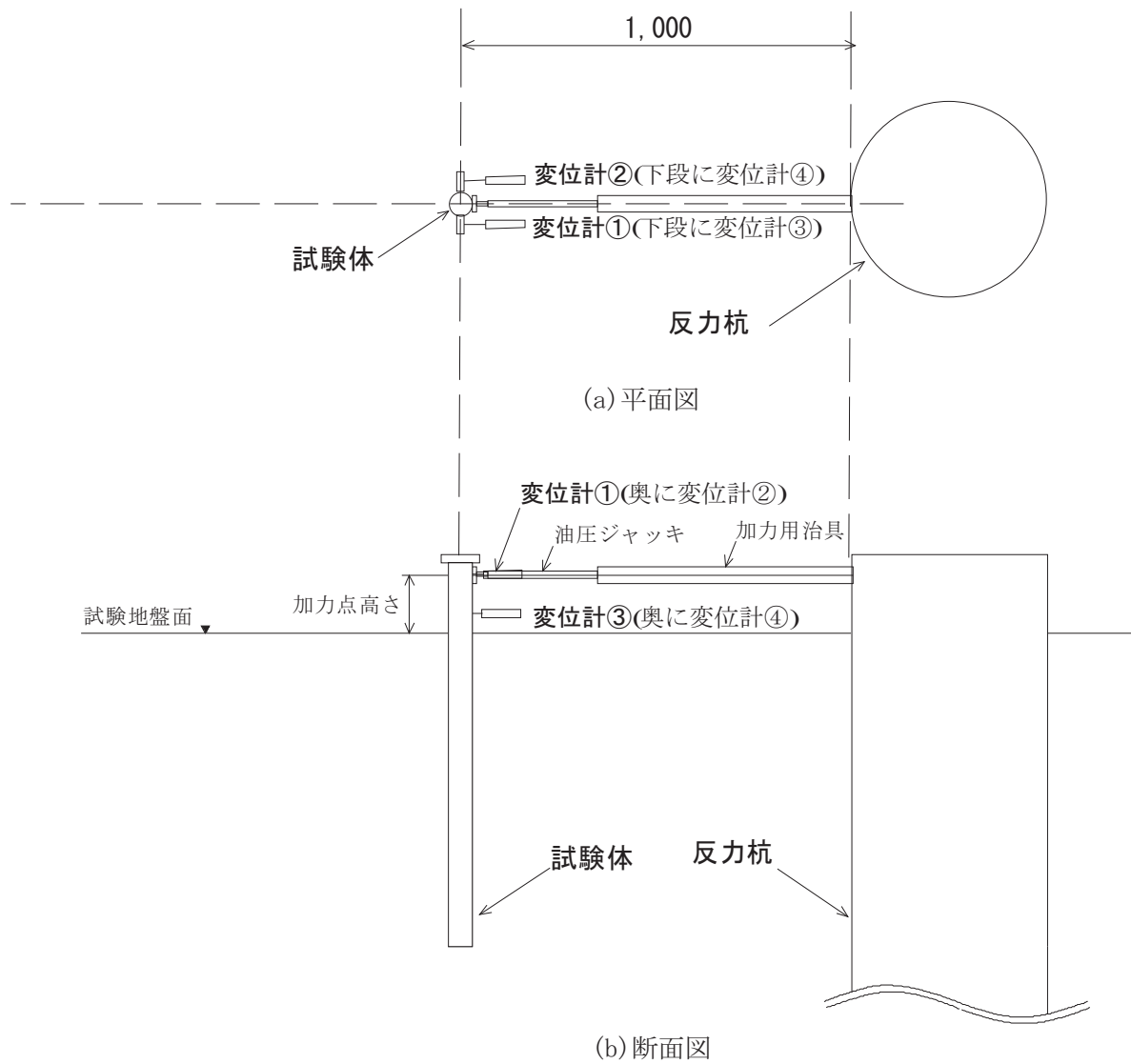
変位計 No.	測定箇所－測定方向	変位計型式
①、②	試験体頭部－鉛直方向	CDP-50
③、④、⑤	地表面－鉛直方向	CDP-50

図 3.3(1) 変位計設置位置図（標準載荷装置の場合）



変位計 No.	測定箇所－測定方向	変位計型式
①、②	試験体頭部－鉛直方向	CDP-50
③、④、⑤	地表面－鉛直方向	CDP-50

図 3.3(2) 変位計設置位置図 (小型載荷装置の場合)



変位計 No.	測定箇所－測定方向	変位計型式
①、②	試験体頭部（加力点）－水平方向	CDP-50
③、④	試験体頭部（加力点-100mm）－水平方向	CDP-50

図 3.4 変位計設置位置図（加力方向が水平の場合）

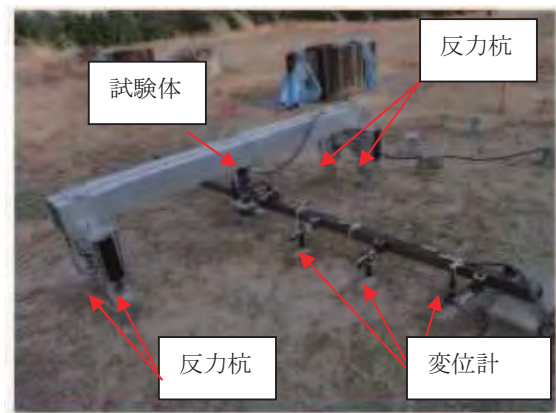


写真 3.1 押込み载荷試験装置の全景

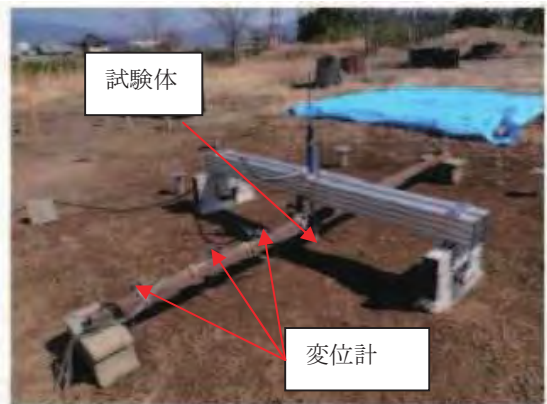


写真 3.2 引抜き载荷試験装置（標準）の全景



写真 3.3 引抜き载荷試験装置（小型）の全景



写真 3.4 水平载荷試験装置の全景

3.6. 載荷試験の結果

試験結果一覧を表 3.4 に示す。表 3.4 における試験最大荷重とは、段階式一方向載荷の場合においては所定の時間まで荷重保持が可能であった載荷荷重の最大値とし、連続式一方向載荷の場合においては載荷荷重の最大値とした。載荷方向が押込み及び引抜きの場合は、載荷荷重と杭頭変位の関係及び地表面変位分布を図 3.5 から図 3.16 に、載荷方向が水平の場合は、載荷荷重と加力点レベルの杭頭水平変位の関係及び載荷荷重と杭頭回転角の関係を図 3.17、図 3.18 に示す。なお、杭頭回転角の算定方法を(1)式に示す。また、載荷荷重と計測時間の関係を図 3.19 から図 3.32 に示す。

表 3.4 試験結果一覧

試験体 番号	試験体設置精度				試験日	試験 最大荷重 (kN)	試験最大荷重 時の変位 (mm)	0.1D変位時の 荷重※ (kN)
	傾斜角(°)			突出長 (mm)				
	東西方向	南北方向	最大					
C-1	0.11	1.55	1.55	201	2013/3/14	20	3.10	—
C-2	1.60	0.69	1.75	218	2013/3/13	30	3.42	—
C-3	0.57	1.66	1.76	200	2013/3/12	28	6.28	—
T-1	1.20	0.34	1.25	205	2013/3/15	15	2.98	—
T-2	0.86	0.11	0.87	190	2013/3/15	18	4.13	—
T-3	2.52	0.17	2.53	180	2013/3/15	24	5.27	—
T-4	1.09	0.23	1.11	190	2013/3/18	16	5.88	16
T-5	0.46	2.18	2.22	189	2013/3/18	30	5.69	28
T-6	0.52	0.29	0.59	197	2013/3/18	29	7.11	28
H-1	0.69	0.57	0.89	208	2013/3/21	5	11.13	—
H-2	1.32	0.86	1.57	305	2013/3/22	10	20.40	—
H-3	2.01	1.72	2.64	199	2013/3/21	10	12.28	—
H-4	0.29	0.92	0.96	395	2013/3/22	16	54.59	—
H-5	0.06	0.29	0.29	206	2013/3/22	20	46.35	—

※羽根部の直径 (D=96mm) の 10% (9.6mm) 変位時の荷重

$$\theta = (\delta_1 - \delta_2) / L \times 180 / \pi \quad \dots \dots \dots (1)$$

θ : 杭頭回転角 (°)

δ_1 : 加力点レベルの杭頭水平変位量 (mm)

δ_2 : 加力点下部の杭頭水平変位量 (mm)

L : δ_1 と δ_2 測定間の距離 (=100mm)

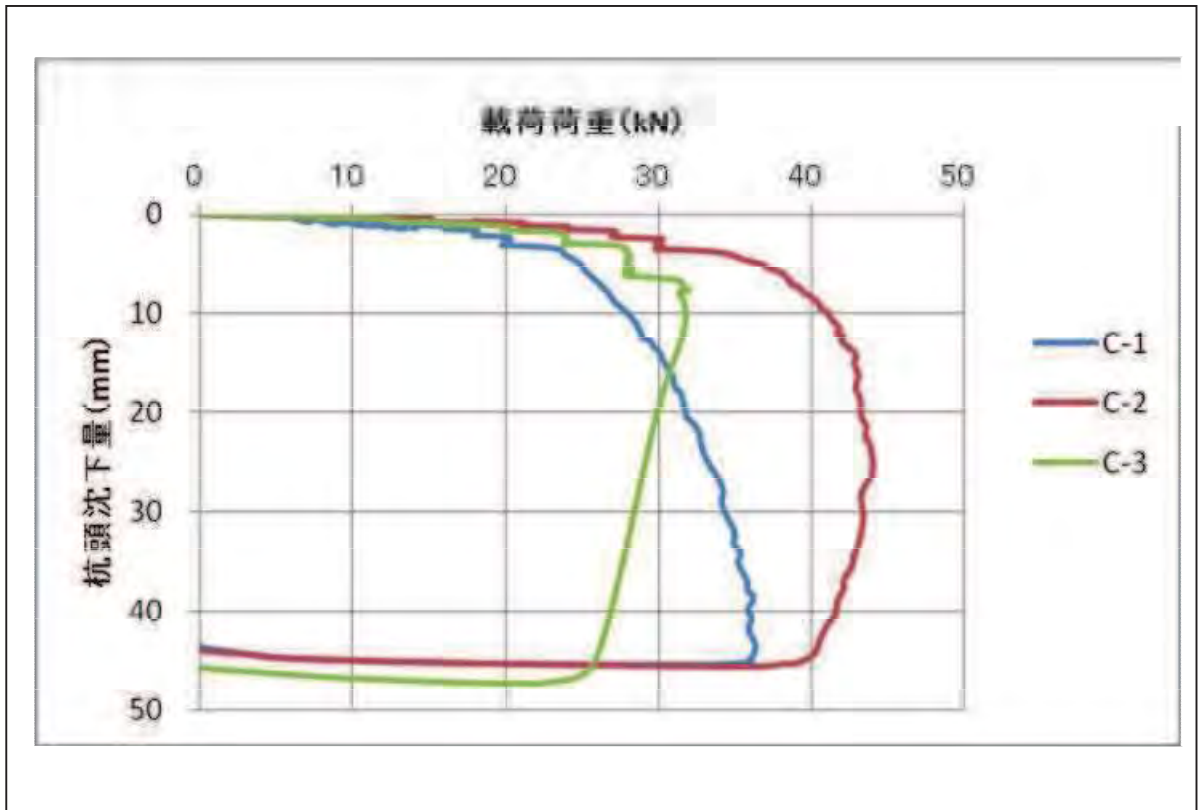


図 3.5 载荷荷重－杭頭沈下量関係図（载荷方向：押込み）

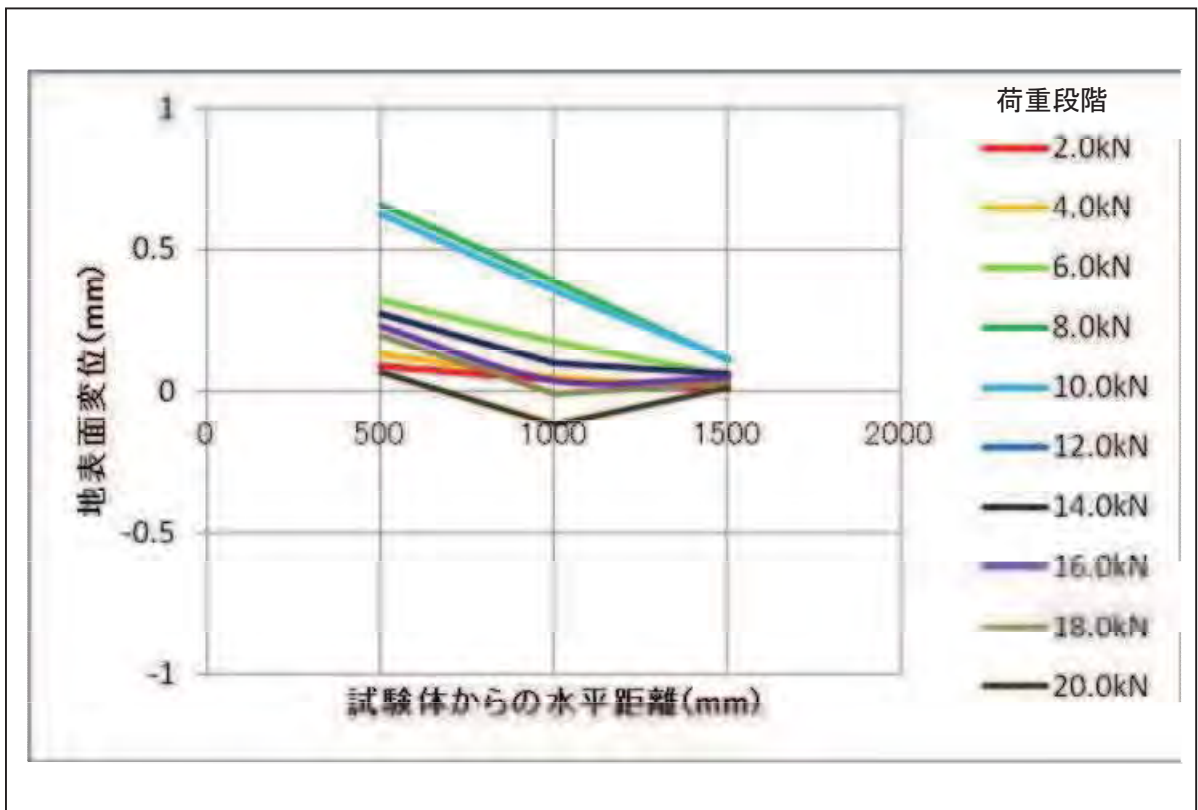


図 3.6 地表面変位分布図（C-1）

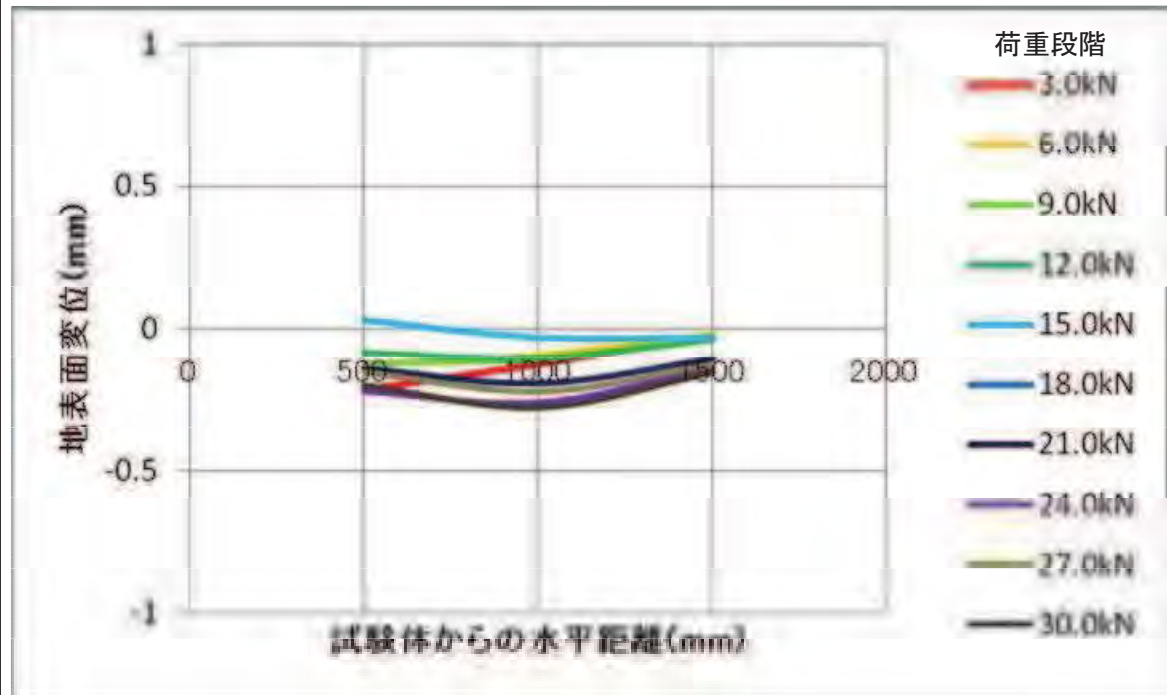


図 3.7 地表面変位分布図 (C-2)

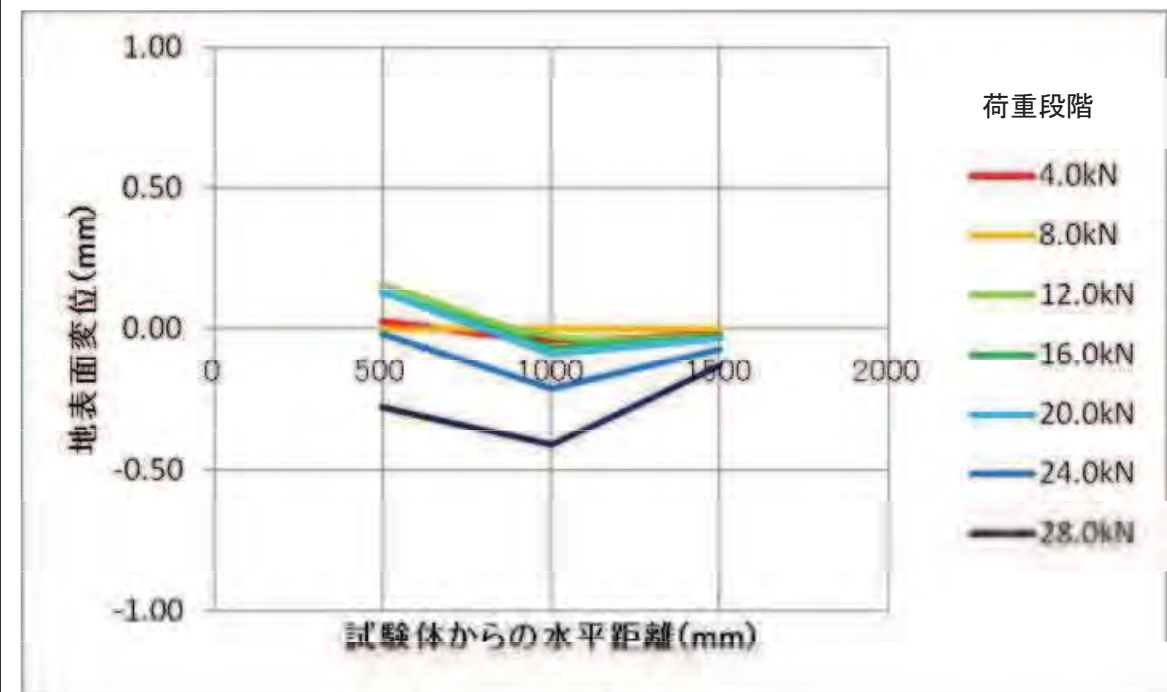


図 3.8 地表面変位分布図 (C-3)

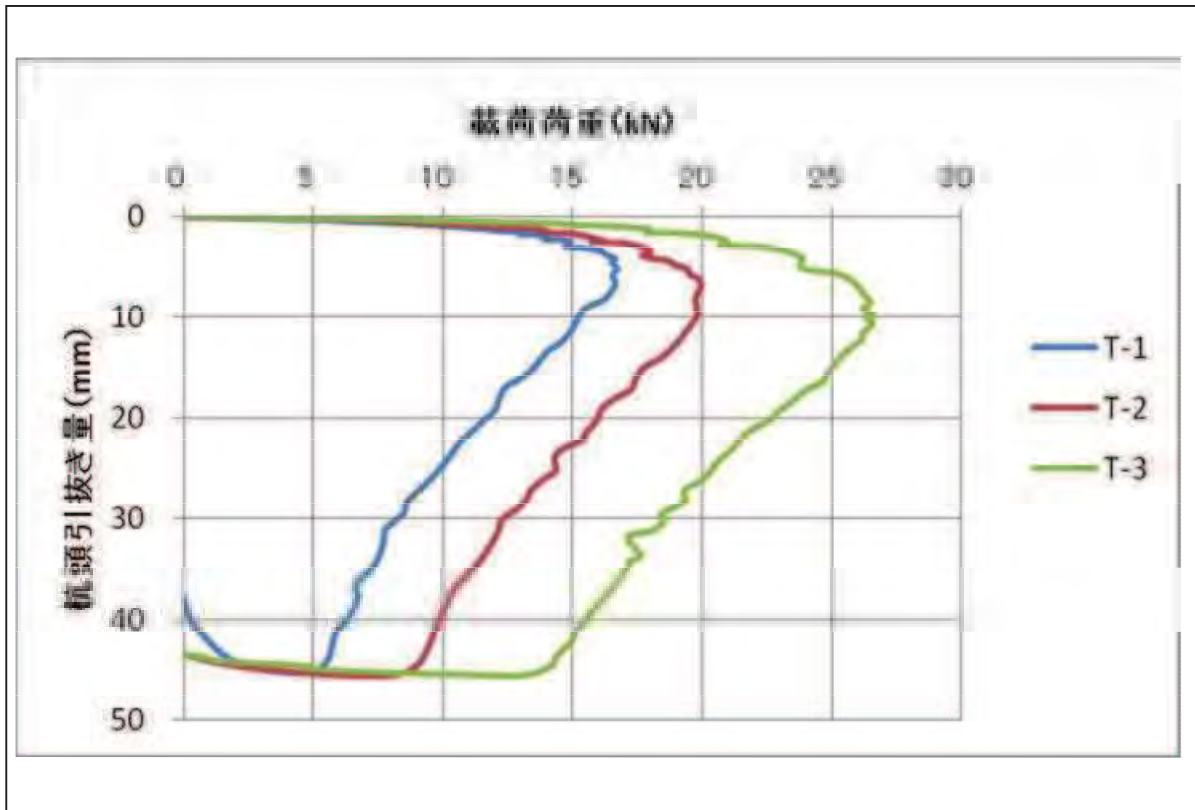


図 3.9 載荷荷重－杭頭引抜き量関係図（載荷方向：引抜き, 試験装置：標準）

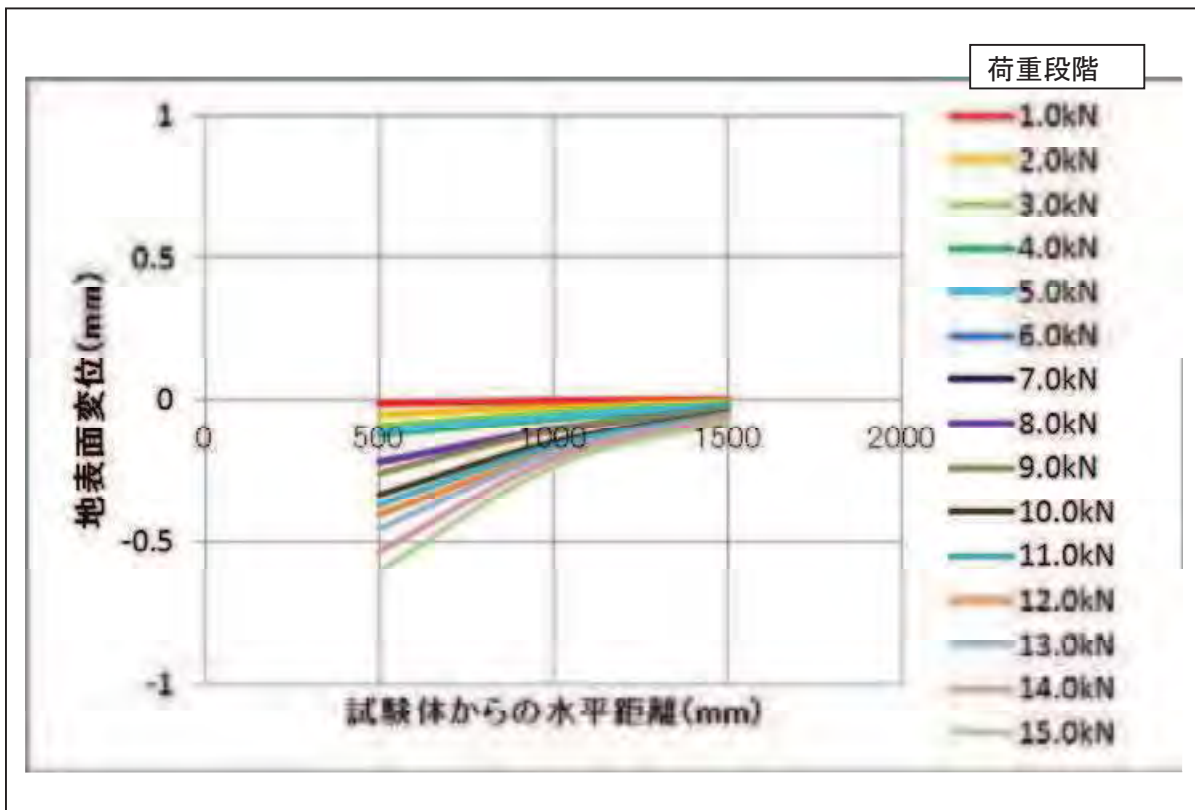


図 3.10 地表面変位分布図（T-1）

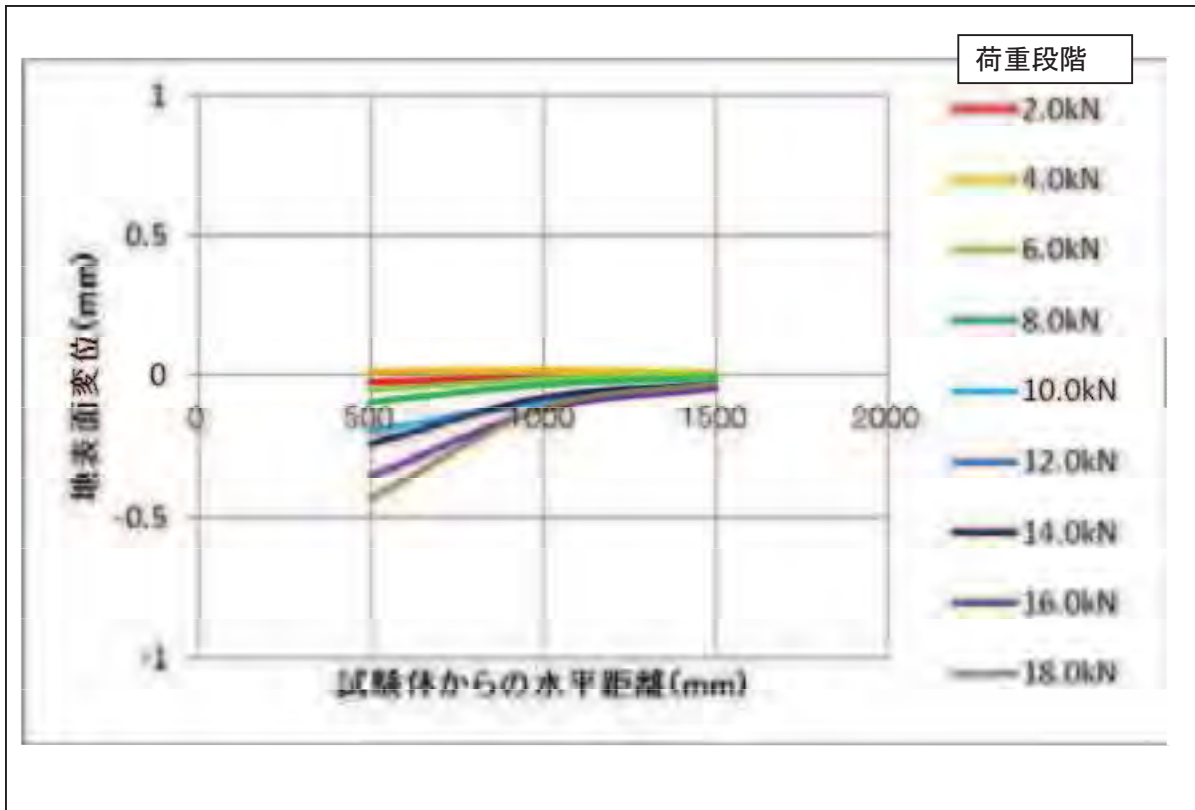


図 3.11 地表面変位分布図 (T-2)

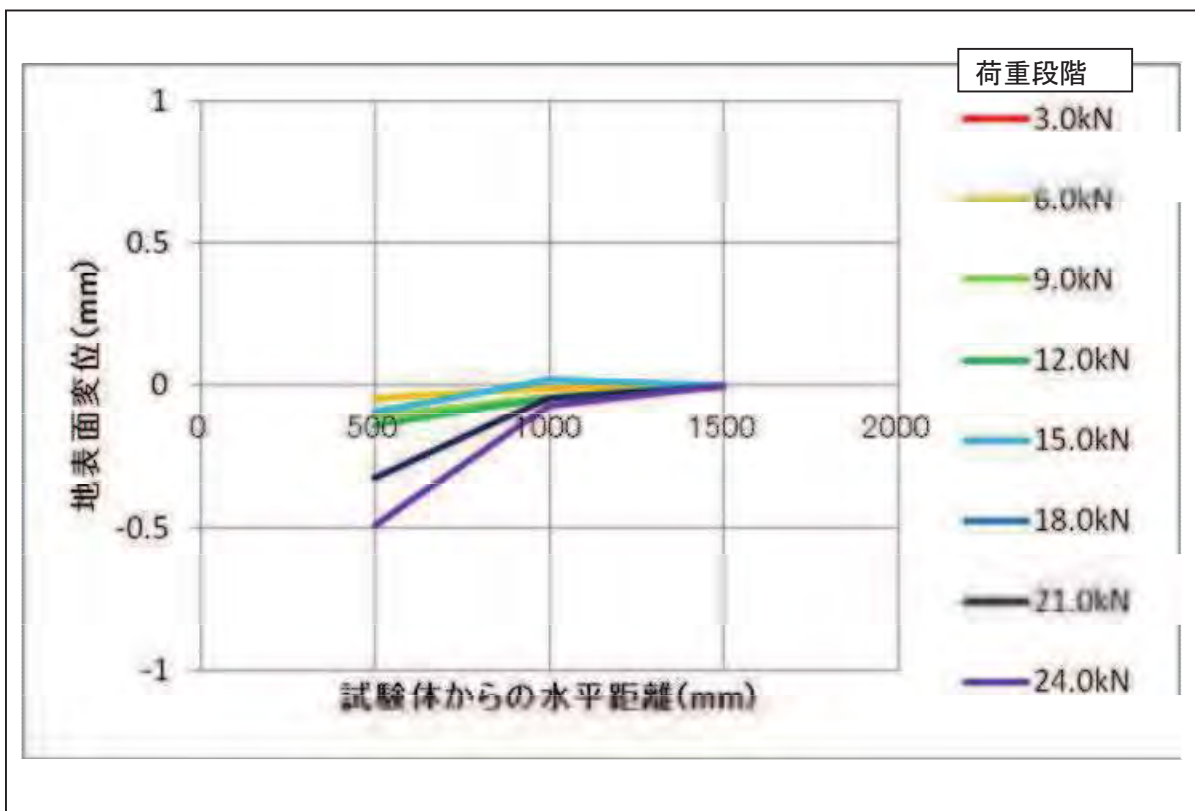


図 3.12 地表面変位分布図 (T-3)

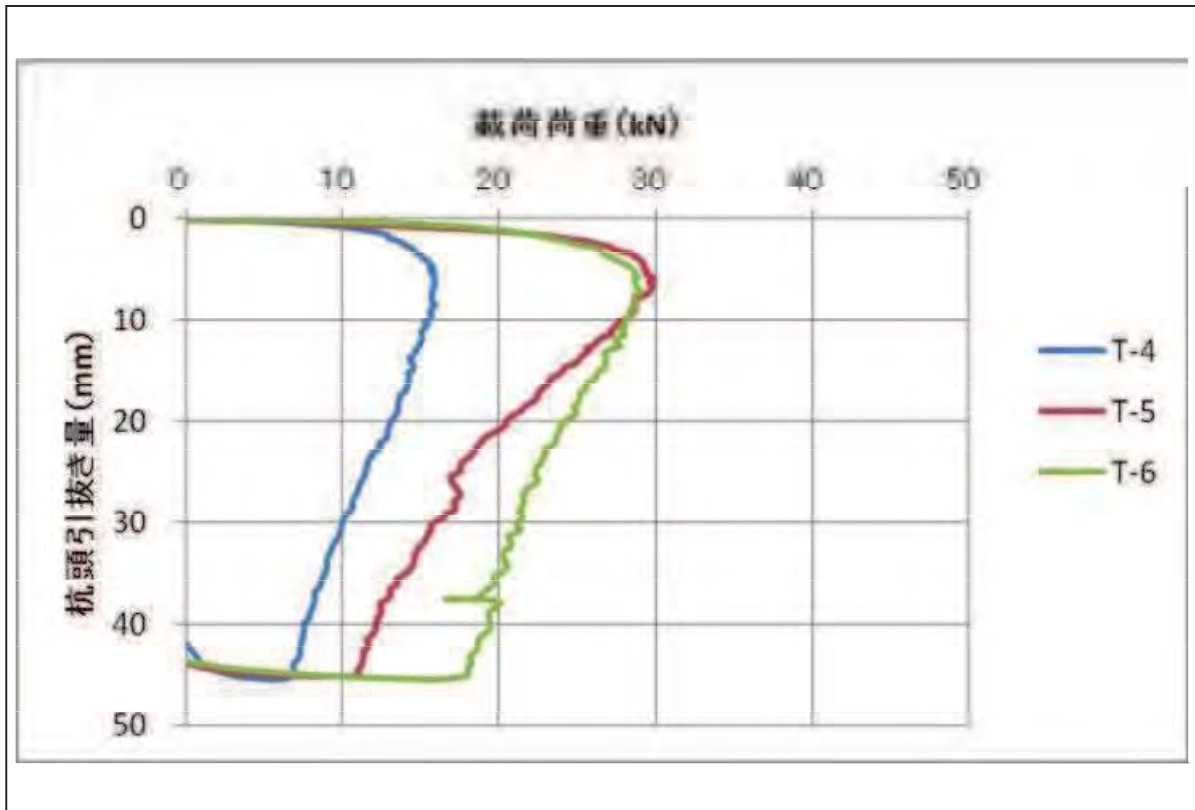


図 3.13 載荷荷重—杭頭引抜き量関係図（載荷方向：引抜き，試験装置：小型）

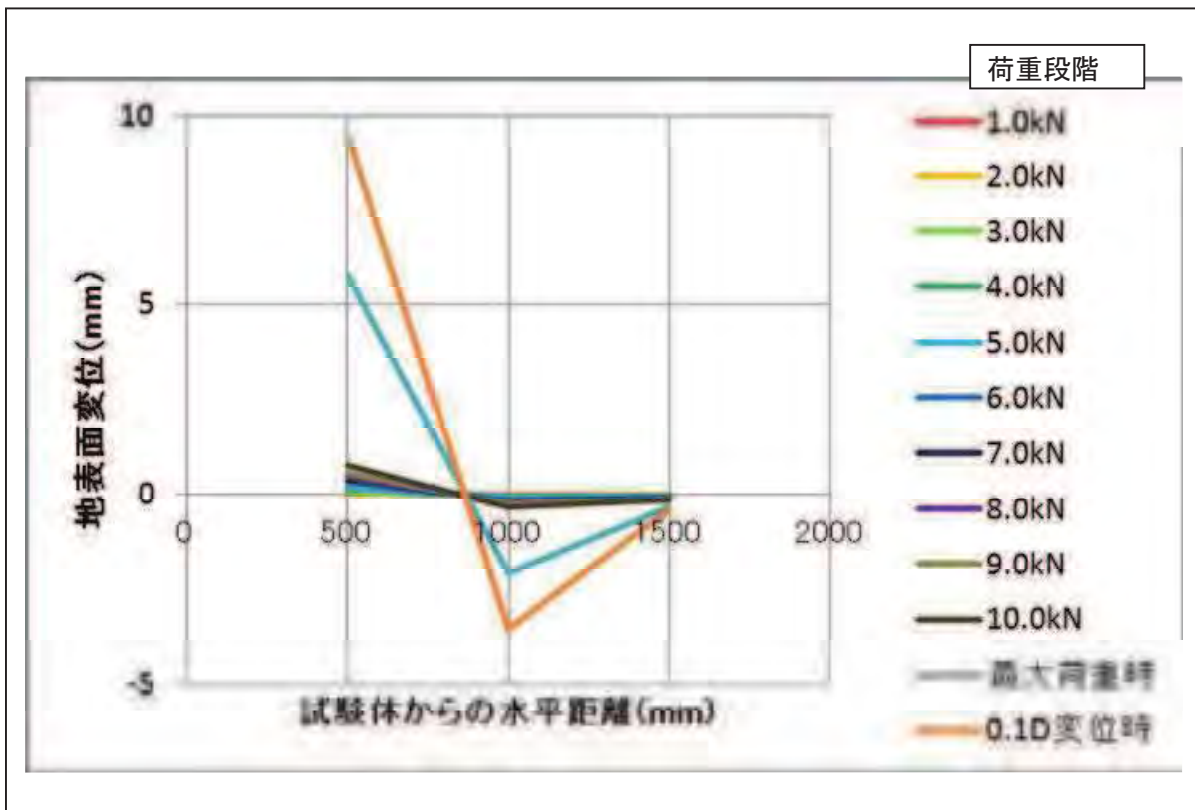


図 3.14 地表面変位分布図（T-4）

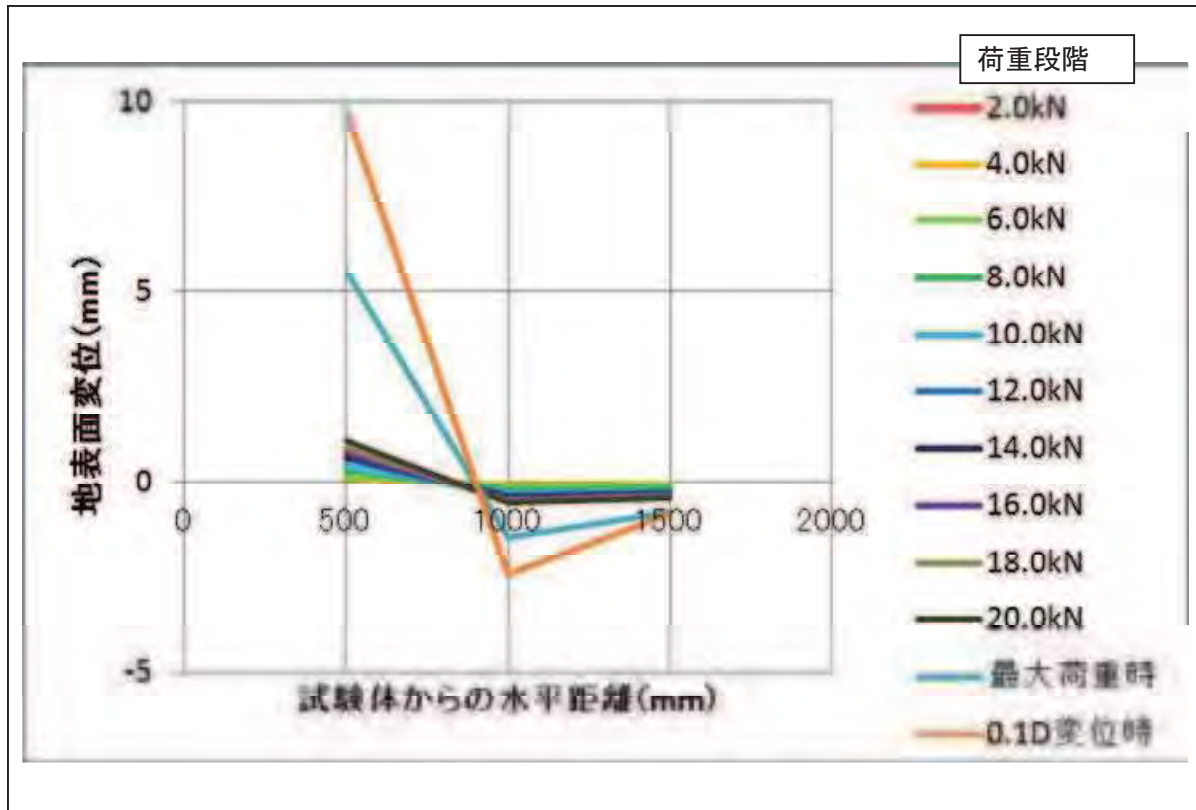


図 3.15 地表面変位分布図 (T-5)

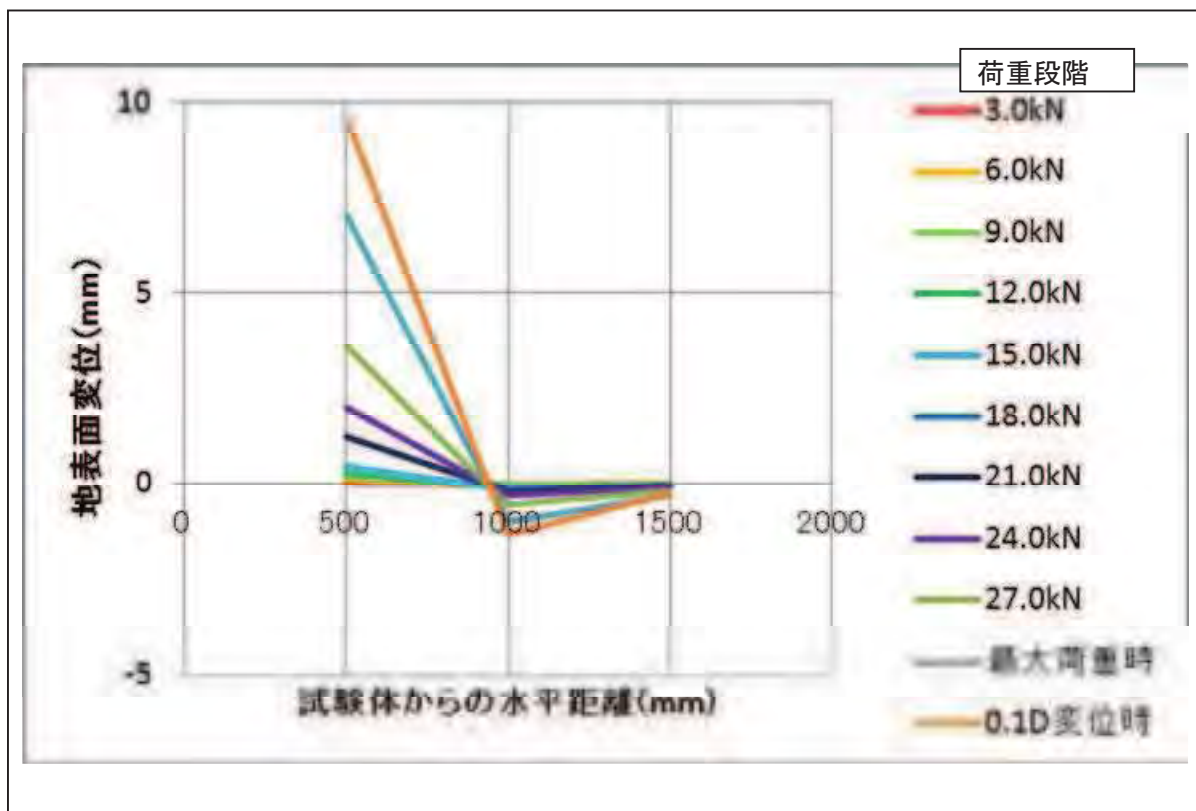


図 3.16 地表面変位分布図 (T-6)

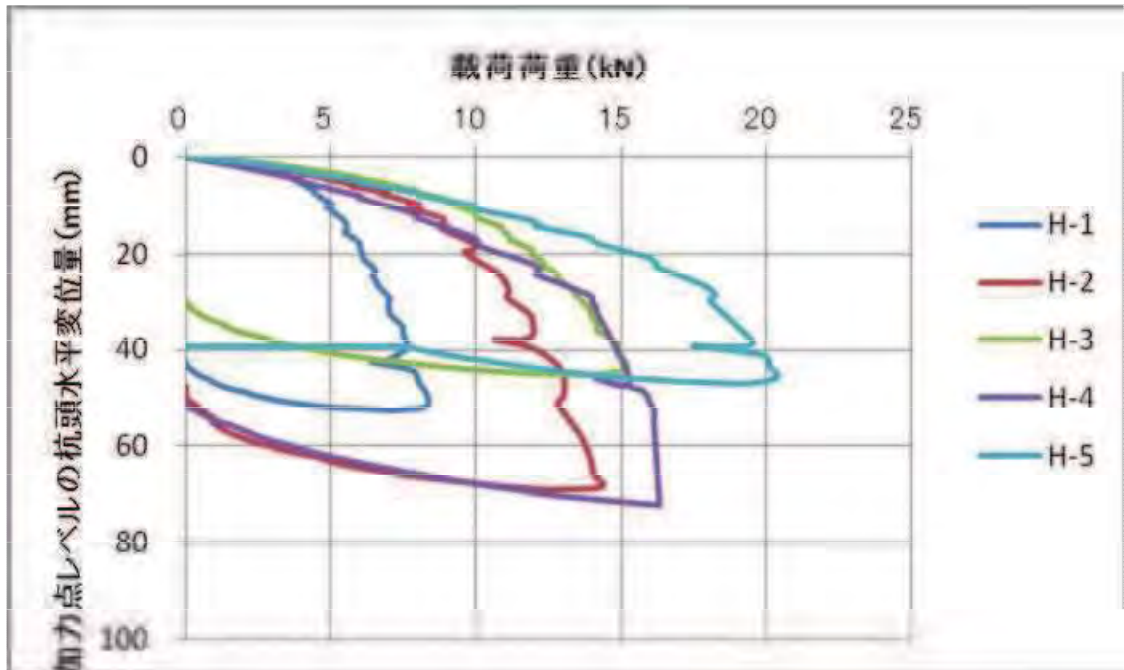


図 3.17 載荷荷重－加力点レベルの杭頭水平変位量関係図（載荷方向：水平）

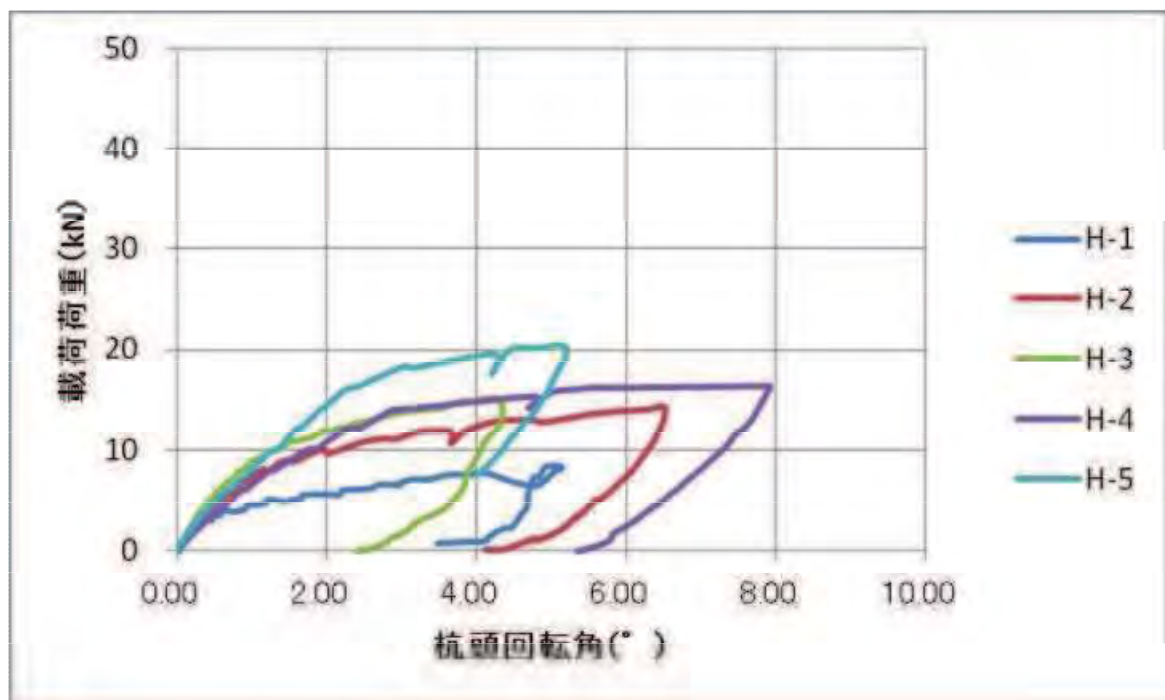


図 3.18 載荷荷重－杭頭回転角関係図

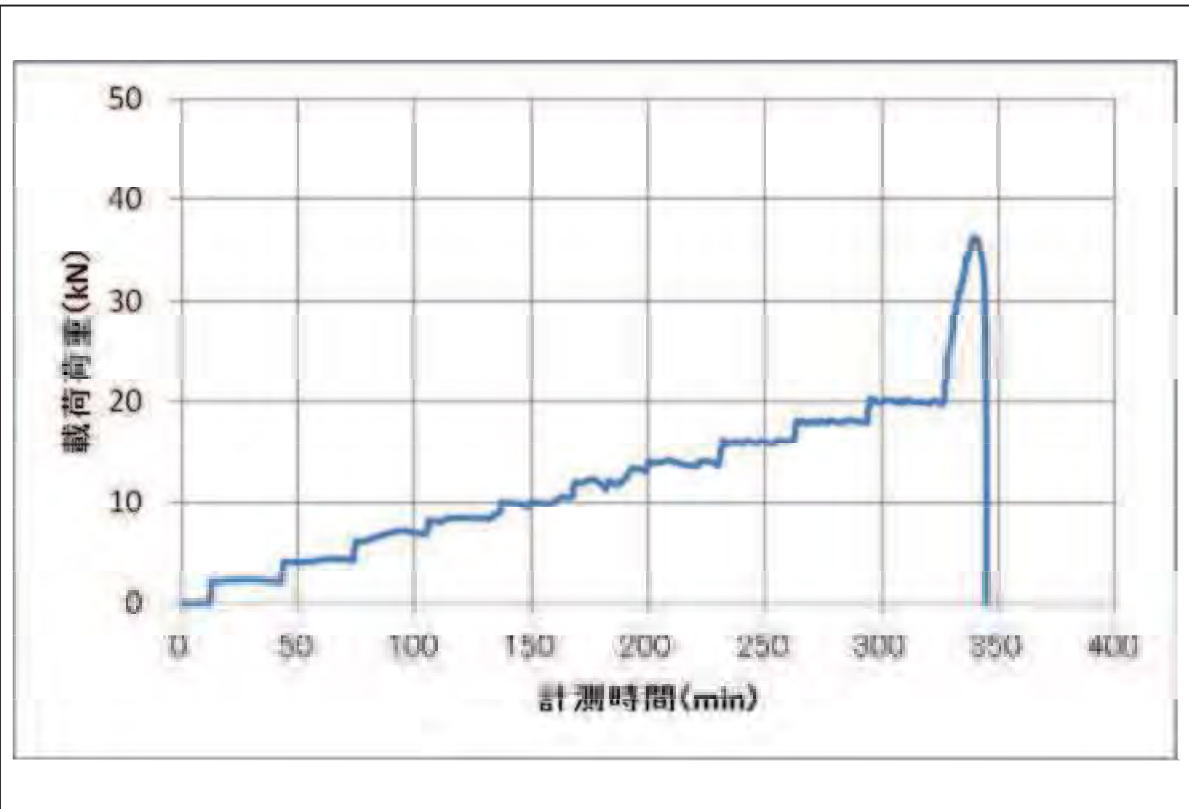


図 3.19 載荷荷重－計測時間関係図 (C-1)

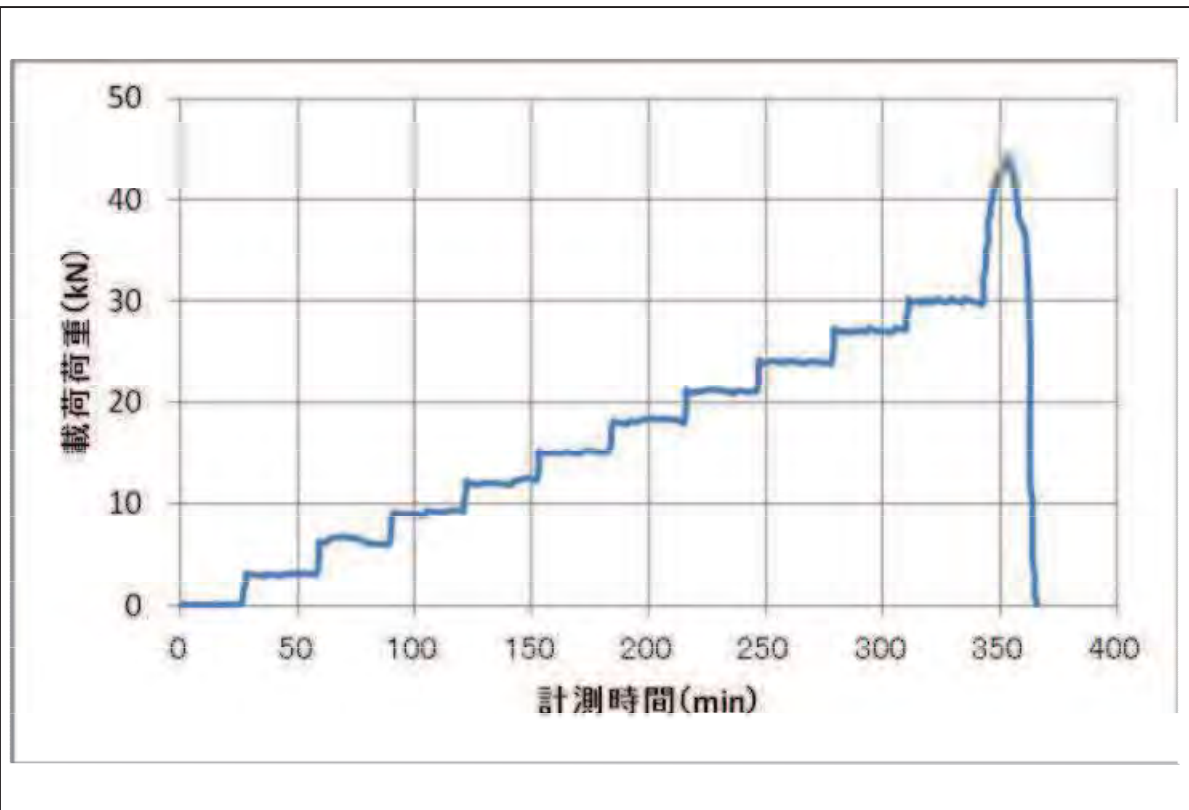


図 3.20 載荷荷重－計測時間関係図 (C-2)

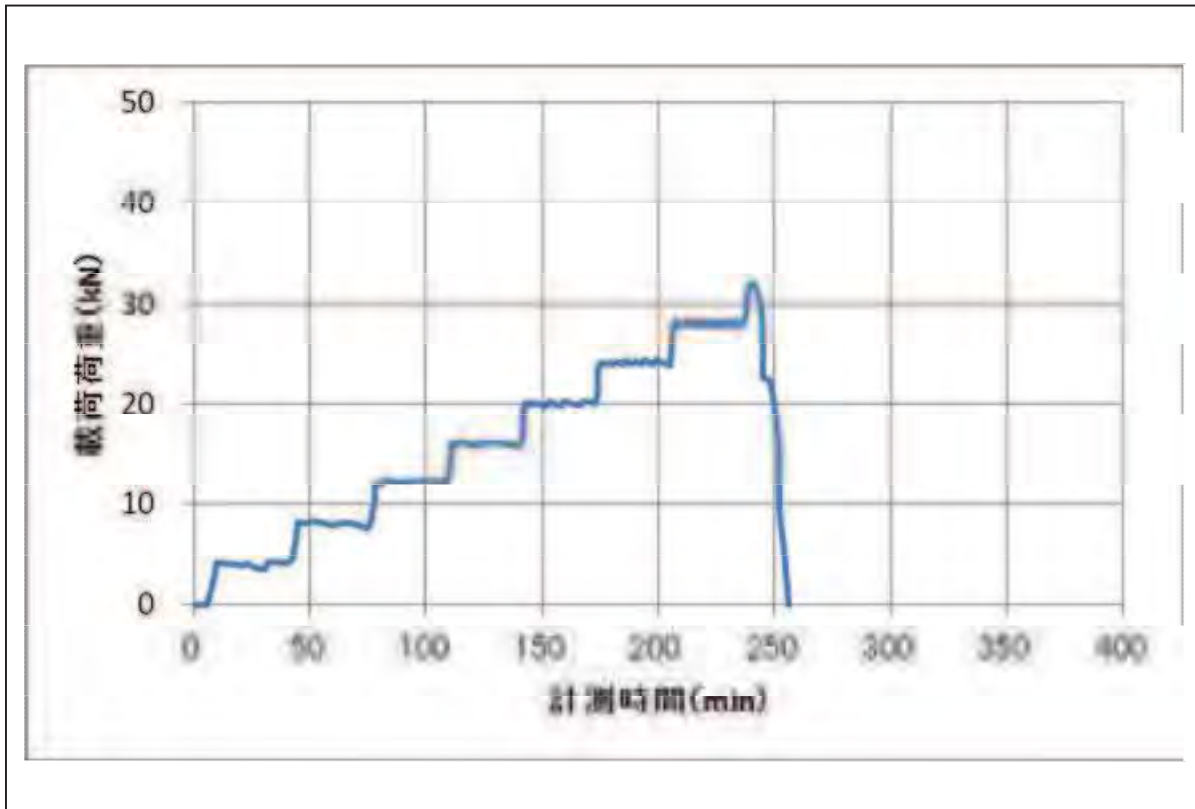


図 3.21 載荷荷重—計測時間関係図 (C-3)

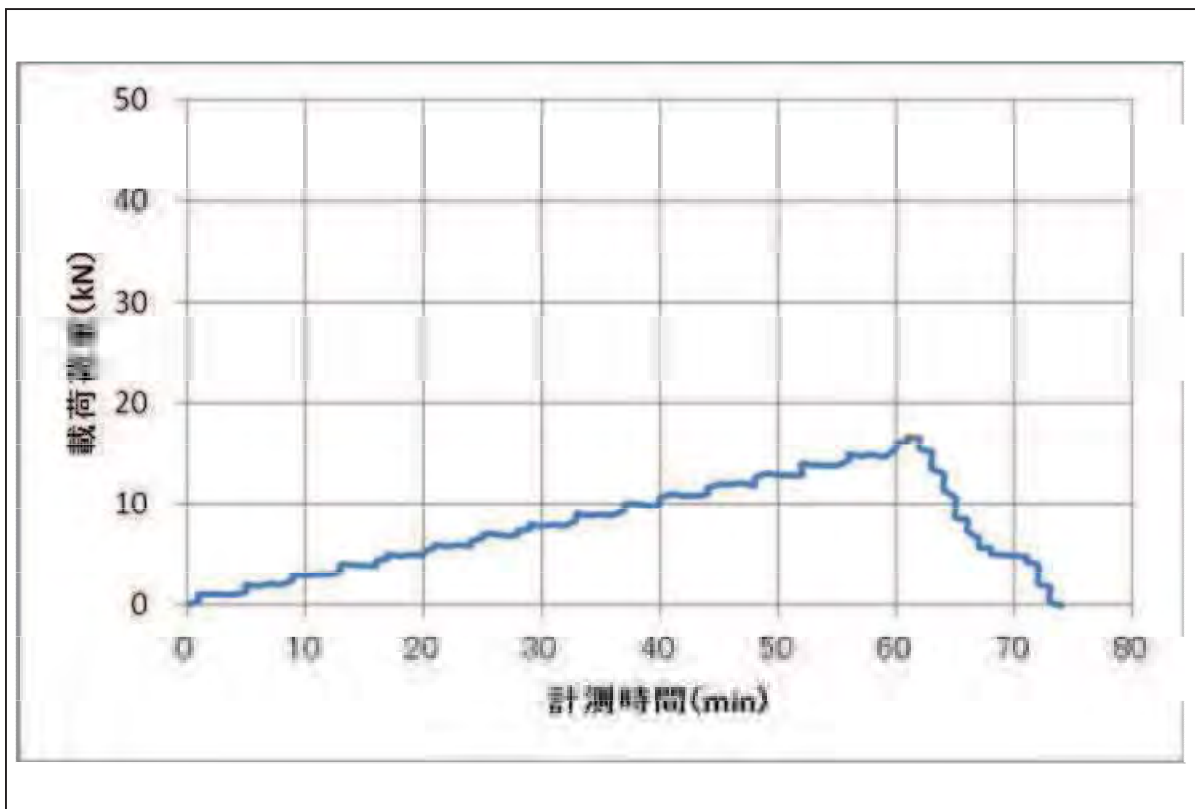


図 3.22 載荷荷重—計測時間関係図 (T-1)

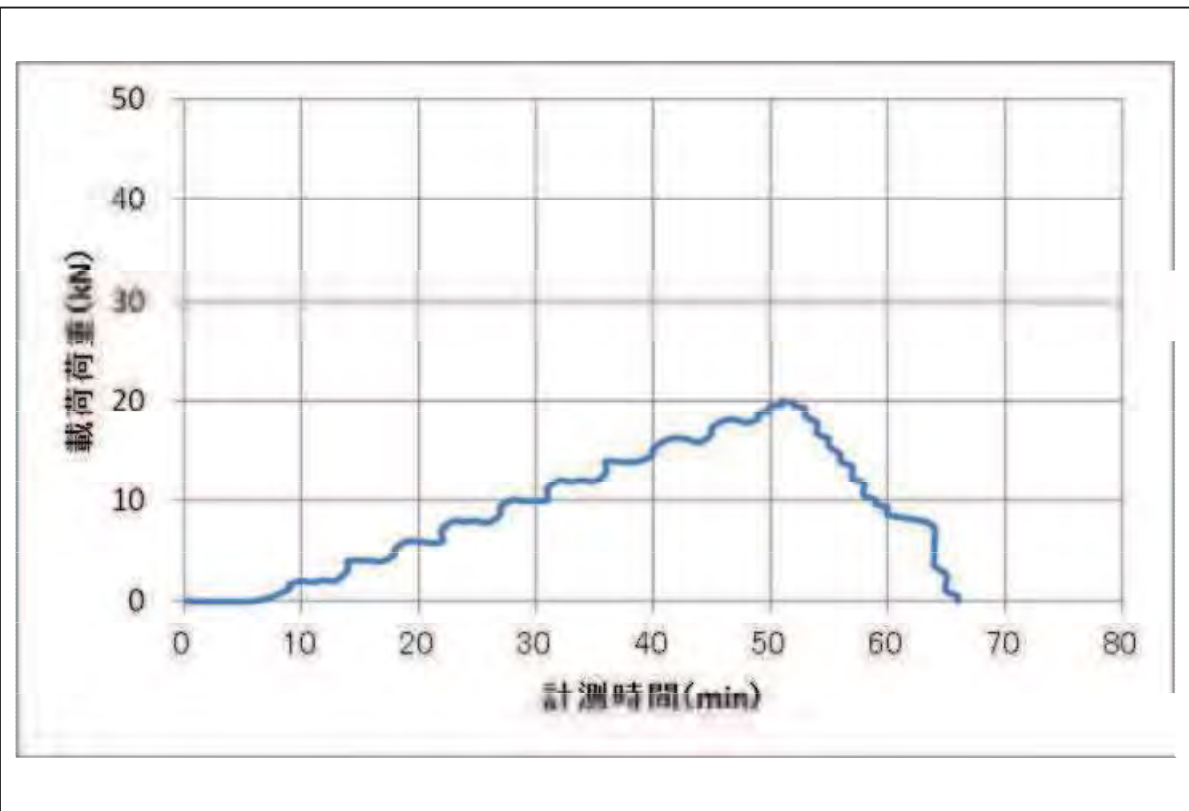


図 3.23 載荷荷重－計測時間関係図 (T-2)

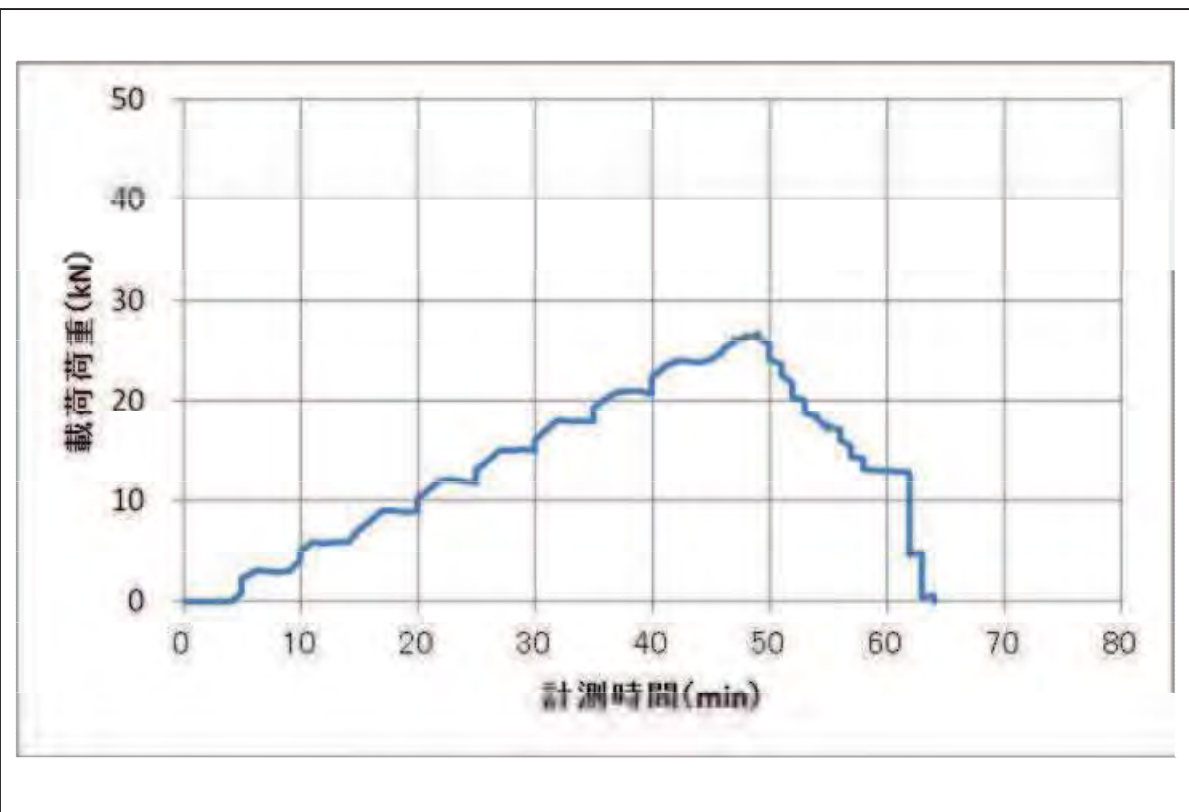


図 3.24 載荷荷重－計測時間関係図 (T-3)

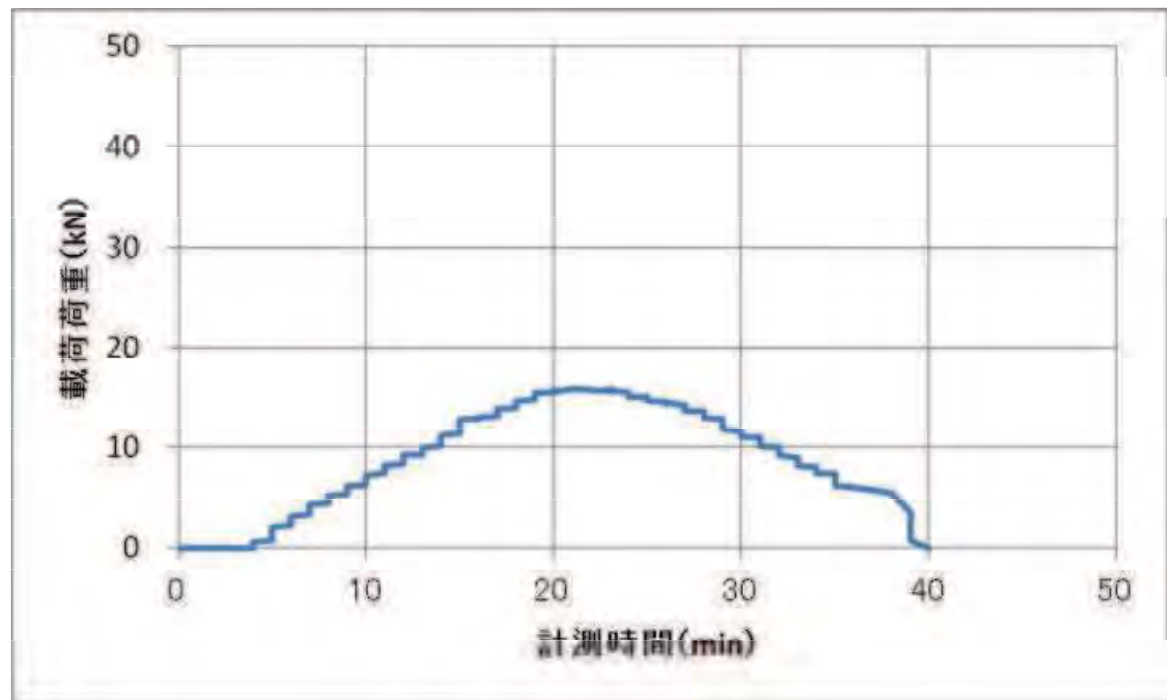


図 3.25 載荷荷重－計測時間関係図 (T-4)

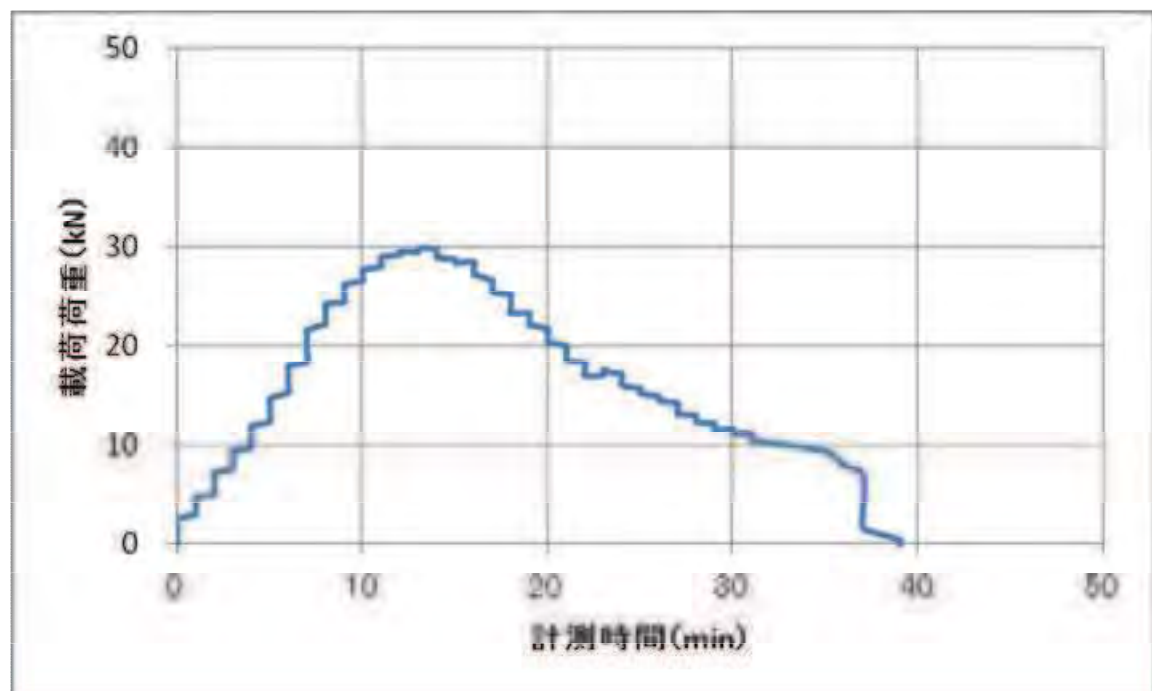


図 3.26 載荷荷重－計測時間関係図 (T-5)

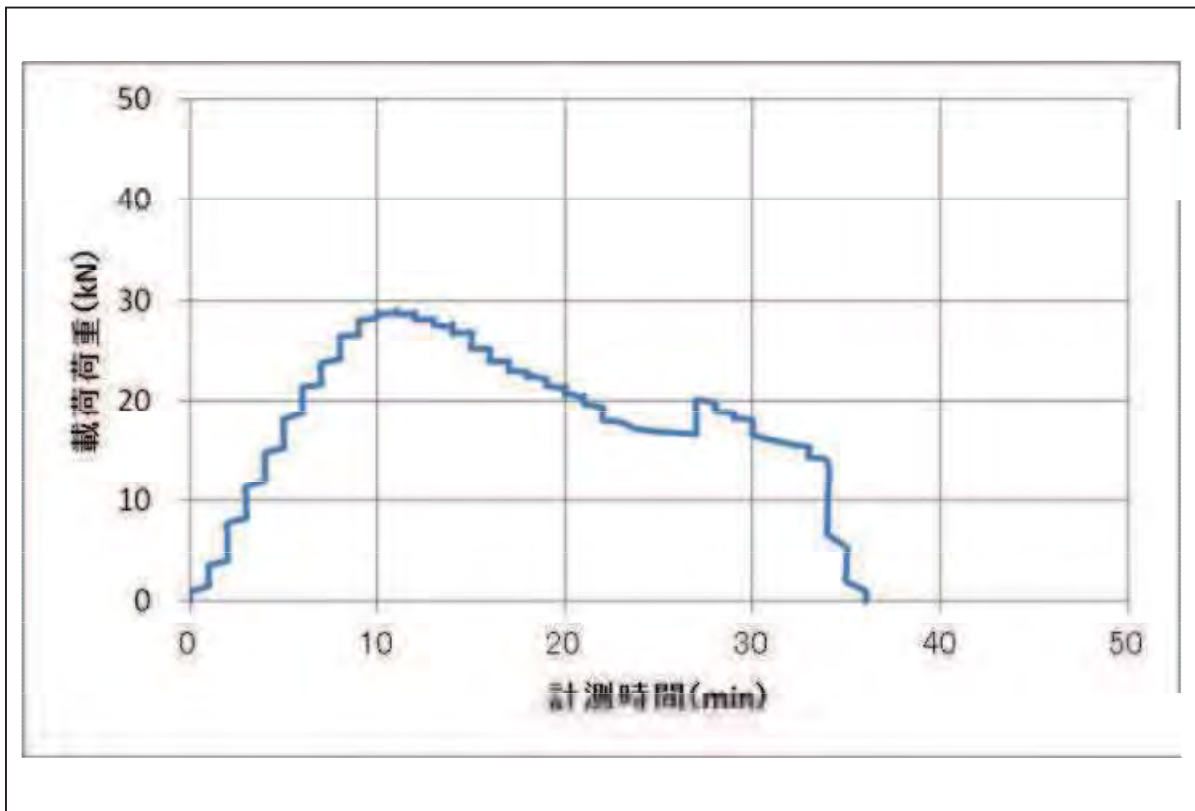


図 3.27 載荷荷重—計測時間関係図 (T-6)

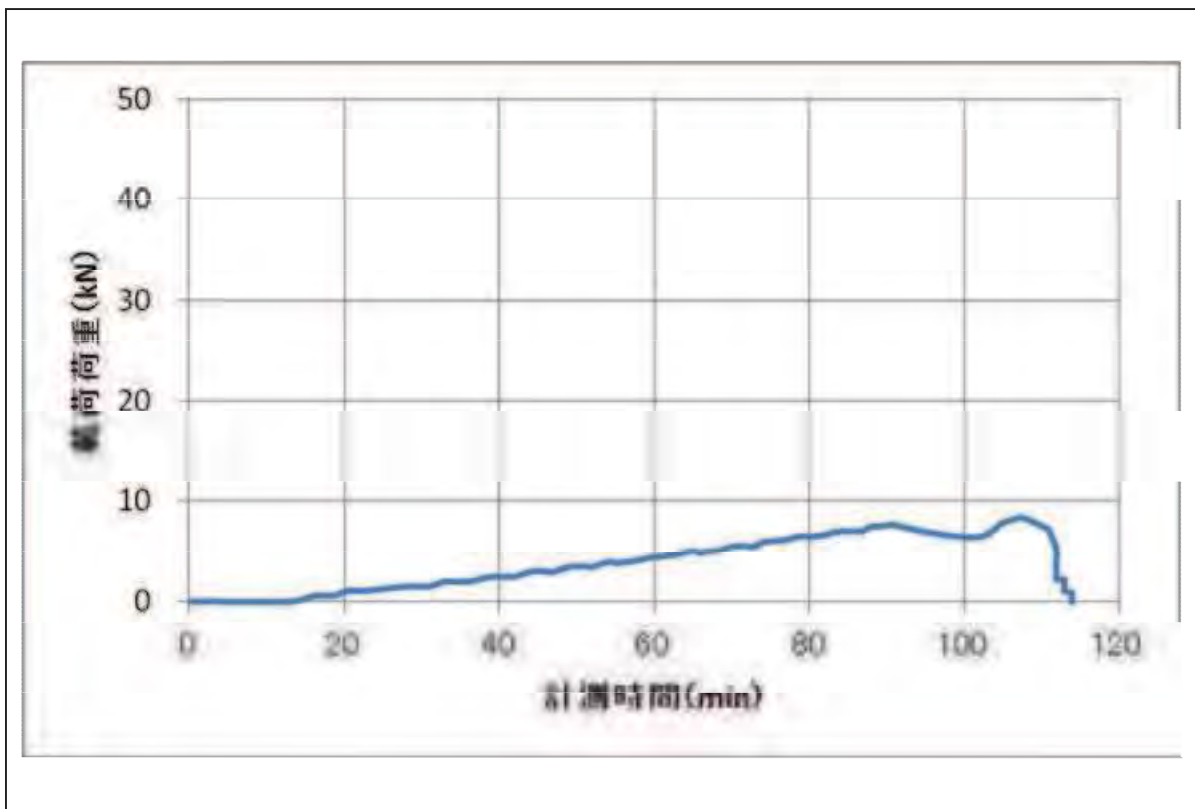


図 3.28 載荷荷重—計測時間関係図 (H-1)

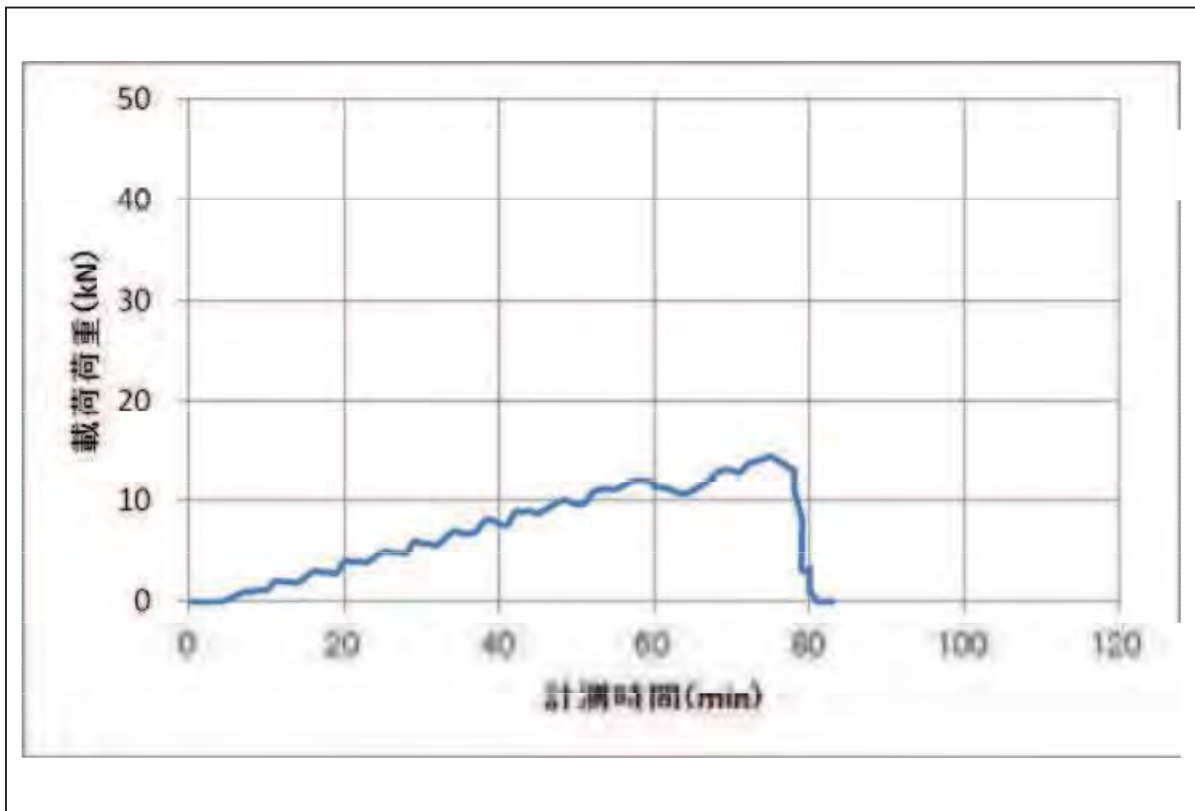


図 3.29 載荷荷重－計測時間関係図 (H-2)

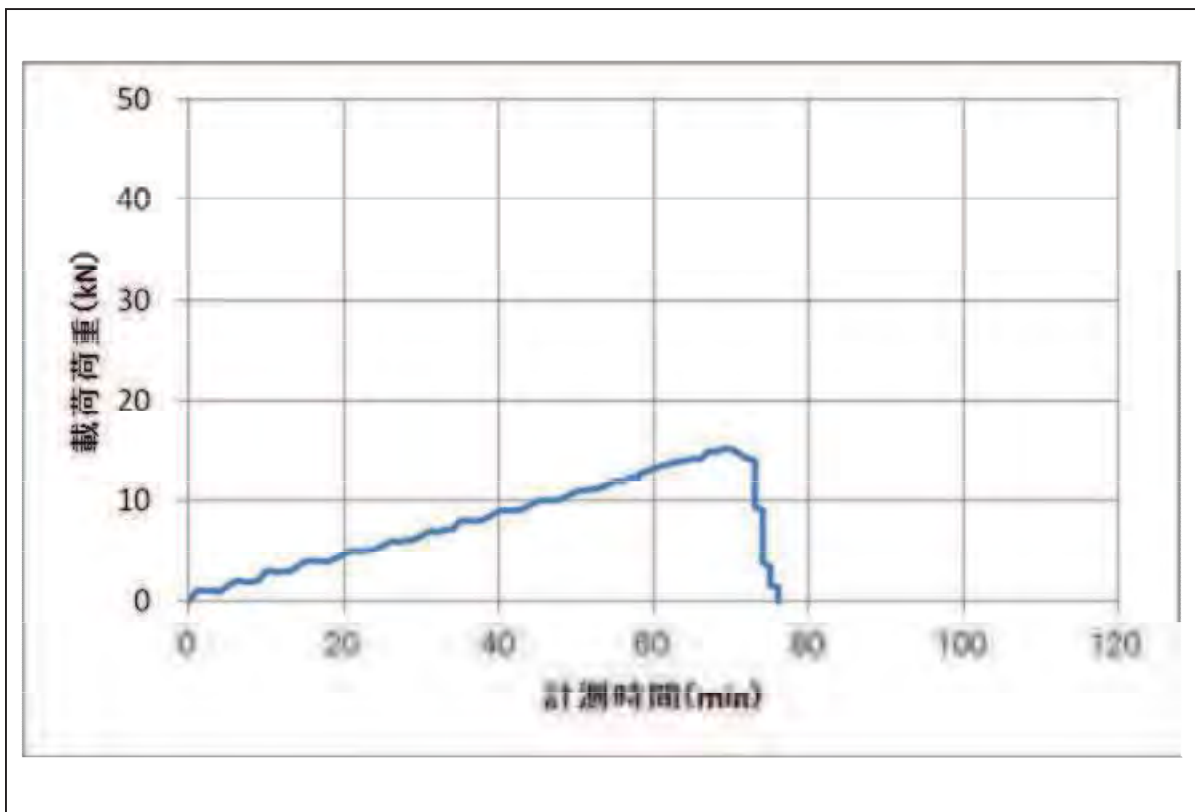


図 3.30 載荷荷重－計測時間関係図 (H-3)

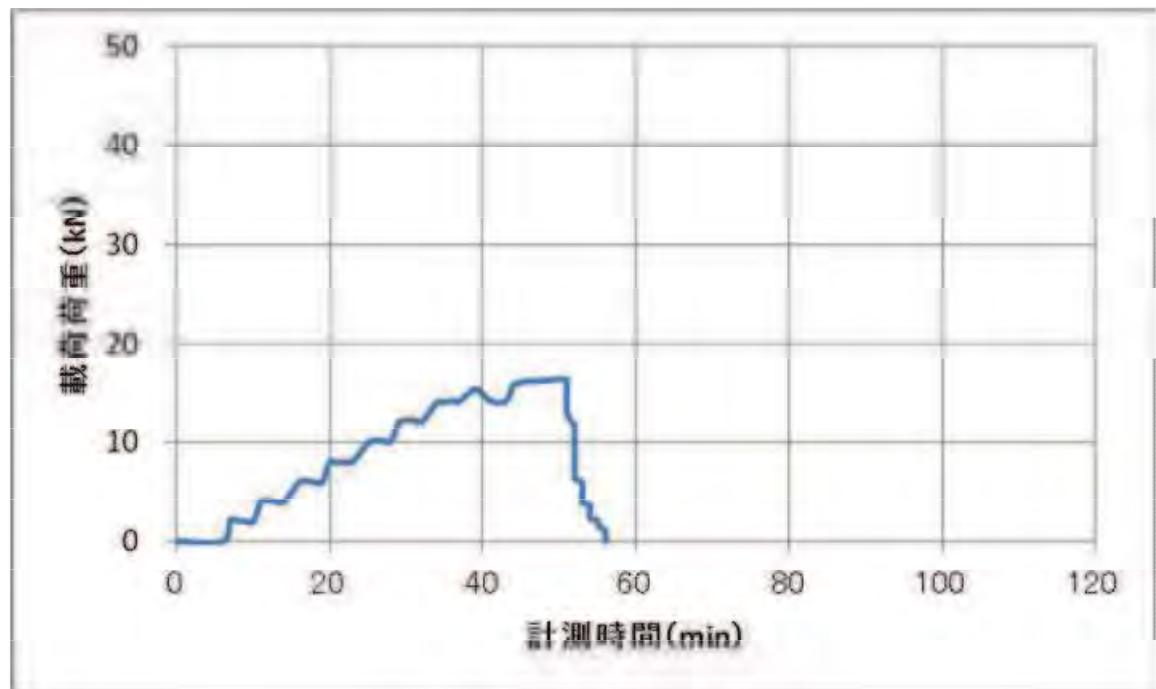


図 3.31 載荷荷重－計測時間関係図 (H-4)

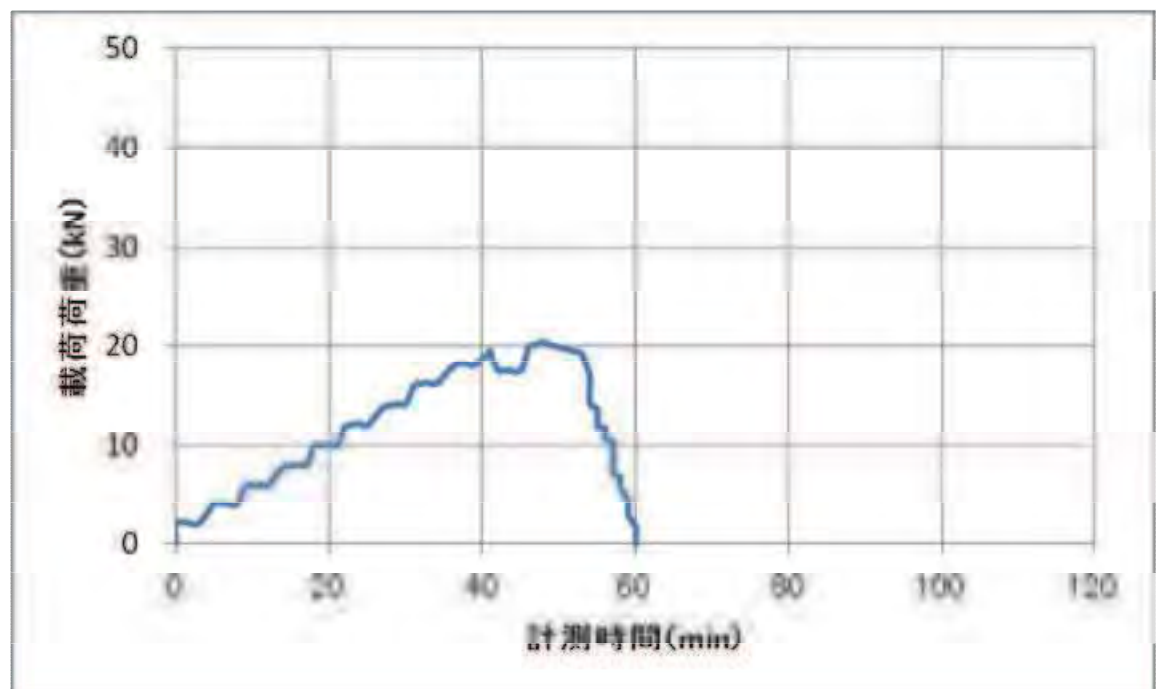


図 3.32 載荷荷重－計測時間関係図 (H-5)

4. 試験担当者

統括技術管理者	所	長	二木 幹夫
技 術 管 理 者	構造性能試験研究部	部	長 藤本 効
試 験 責 任 者	構造性能試験研究部	主任試験研究役	久世 直哉
試 験 実 施 者	環境材料性能試験研究部	主任試験研究役	高橋 央
	環境材料性能試験研究部	主任試験研究役	咸 哲俊
	構造性能試験研究部	主任試験研究役	久世 直哉
	構造性能試験研究部	試 験 研 究 員	余川 弘至

5. 試験実施期間および場所

試験実施期間	平成 25 年 3 月 12 日～平成 25 年 3 月 22 日
試験実施場所	茨城県つくば市立原 2 番地 一般財団法人ベターリビング つくば建築試験研究センター敷地内

6. 連絡先

一般財団法人ベターリビング つくば建築試験研究センター
〒305-0802 茨城県つくば市立原 2 番地
TEL 029(864)1745

以上

スウェーデン式サウンディング試験（SWS試験）による地盤調査結果

1. 試験目的

ディー・アーススクリューを試験杭とした各種載荷試験を実施するにあたり、施工位置および周辺の地盤状況を把握する事を目的とした。

2. 試験場所

茨城県つくば市立原2（一般財団法人ベターリビング敷地内）

3. 試験者

サンコーテクノ株式会社

技術開発部 PF 開発G 岩渕茂樹、相葉雅史、新井宏文

4. 試験位置、地点番号

SWS試験を行った地点番号を図1に、試験杭の施工条件を表1に示す。図1で、英字と数字を組合せた番号は試験体の設置位置を示しており試験体番号と同一である。また、丸囲み数字の地点は、試験体周辺地盤の調査地点を示している。

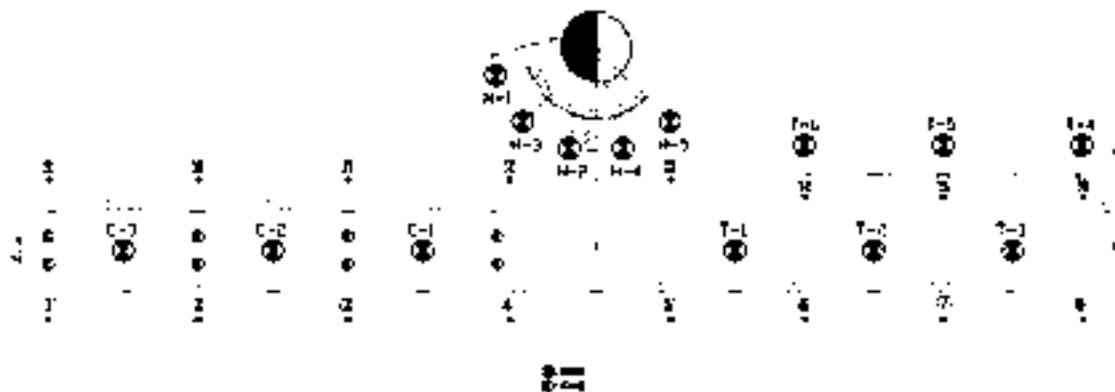


図1. 試験位置関係と地点番号

表1. 試験杭の施工条件

試験体番号	仕様			突出高さ	加力点 高さ	試験体数	載荷方向	載荷装置	載荷方式
	全長:L (mm)	スパイラル長:L1 (mm)	本体厚み:t (mm)	(mm)	(体)				
C-1	1000	800	3.6	200	-	3	押し	標準	段階式一方向載荷
C-2	1300	1000	3.6	200					
C-3	1600	1200	3.75	200					
T-1	1000	800	3.6	200	-	6	引き	標準	段階式一方向載荷
T-2	1300	1000	3.6	200					
T-3	1600	1200	3.75	200					
T-4	1000	800	3.6	200				小型	連続式一方向載荷
T-5	1300	1000	3.6	200					
T-6	1600	1200	3.75	200					
H-1	1000	800	3.6	200	150	5	水平	標準	段階式一方向載荷
H-2	1300	1000	3.6	300	250				
H-3	1300	1000	3.6	200	150				
H-4	1600	1200	3.75	400	350				
H-5	1600	1200	3.75	200	150				

5. 調査実施日の気象情報

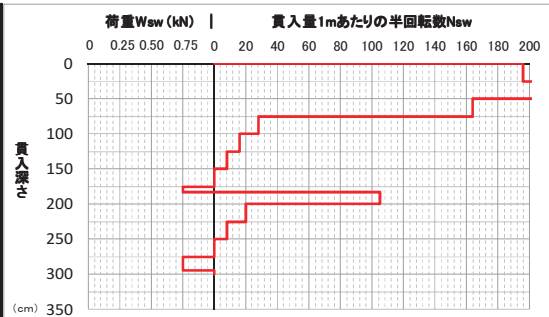
試験実施日と気象情報を表2に示す。

試験実施日	地点番号	気象情報
2013/3/7	C-1、C-2、C-3、T-1、T-2、T-3	晴れ(17℃)
2013/3/12	H-1、H-2、H-3、H-4、H-5	晴れ(17℃)
2013/3/14	T-4、T-5、T-6	晴れ(11℃)
2013/3/26	①、②、③、④、⑤、⑥、⑦、⑧、⑨	晴れ(11℃)
2013/3/29	⑩、⑪、⑫、⑬、⑭、⑮、⑯	曇り(15℃)

6. 測定記録

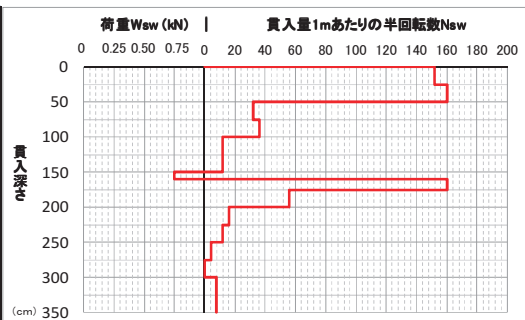
地点番号：C-1

荷重 Wsw (N)	貫入量 (cm)	半回転数 Na (回)	推定土質	貫入深さ (cm)	備考	1mあたりの 半回転数 New (回/m)
1000	25	49	粘性土	25		196
1000	2	16	粘性土	27		800
1000	16	115	粘性土	43		718
1000	4	28	粘性土	47		700
1000	3	12	粘性土	50		400
1000	25	41	粘性土	75		164
1000	25	7	粘性土	100		28
1000	25	4	粘性土	125		16
1000	25	2	粘性土	150		8
1000	25	0	粘性土	175		0
750	8	39	粘性土	183	ジワリ	150
1000	17	18	粘性土	200		105
1000	25	5	粘性土	225		20
1000	25	2	粘性土	250		8
1000	25	0	粘性土	275		0
750	20	0	粘性土	295	ゆっくり	0
1000	5	0	粘性土	300	ストン	0



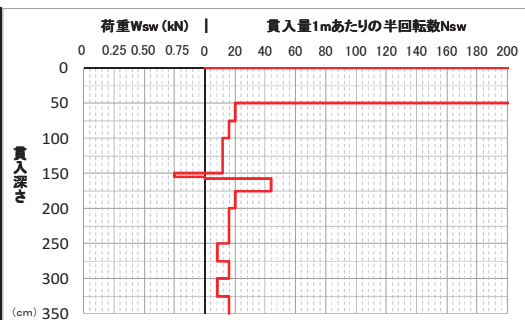
地点番号：C-2

荷重 Wsw (N)	貫入量 (cm)	半回転数 Na (回)	推定土質	貫入深さ (cm)	備考	1mあたりの 半回転数 Nsw (回/m)
1000	25	38	粘性土	25		152
1000	25	40	粘性土	50		160
1000	25	8	粘性土	75		32
1000	25	9	粘性土	100		36
1000	25	3	粘性土	125		12
1000	25	3	粘性土	150		12
750	10	0	粘性土	160	ジワリ	0
1000	15	24	粘性土	175		160
1000	25	14	粘性土	200		56
1000	25	4	粘性土	225		16
1000	25	3	粘性土	250		12
1000	25	1	粘性土	275		4
1000	25	0	粘性土	300	ストン	0
1000	25	2	粘性土	325		8
1000	25	2	粘性土	350		8

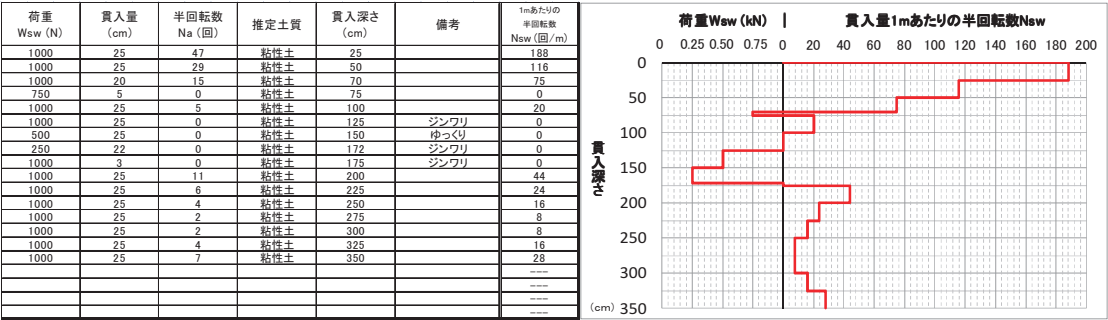


地点番号：C-3

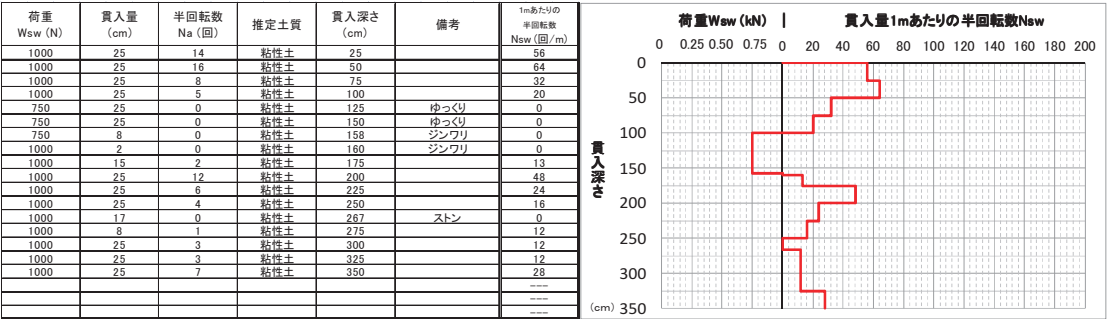
荷重 Wsw (N)	貫入量 (cm)	半回転数 Na (回)	推定土質	貫入深さ (cm)	備考	1mあたりの 半回転数 New (回/m)
1000	25	83	粘性土	25		332
1000	25	55	粘性土	50		220
1000	25	5	粘性土	75		20
1000	25	4	粘性土	100		16
1000	25	3	粘性土	125		12
1000	25	3	粘性土	150		12
750	5	0	粘性土	155	ジワリ	0
1000	2	0	粘性土	157	ジワリ	0
1000	18	8	粘性土	175		44
1000	25	5	粘性土	200		20
1000	25	4	粘性土	225		16
1000	25	4	粘性土	250		16
1000	25	2	粘性土	275		8
1000	25	4	粘性土	300		16
1000	25	2	粘性土	325		8
1000	25	4	粘性土	350		16



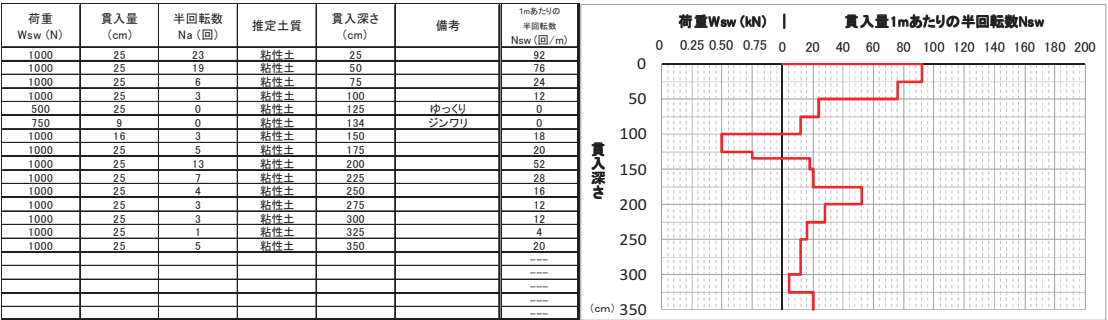
地点番号：T－1



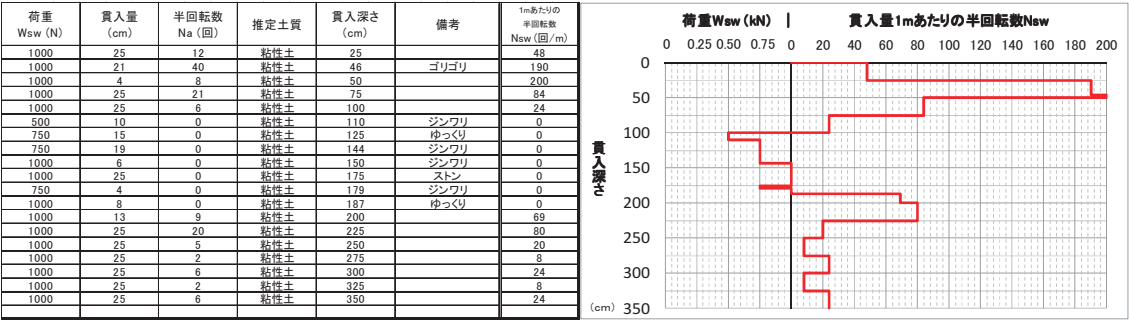
地点番号：T－2



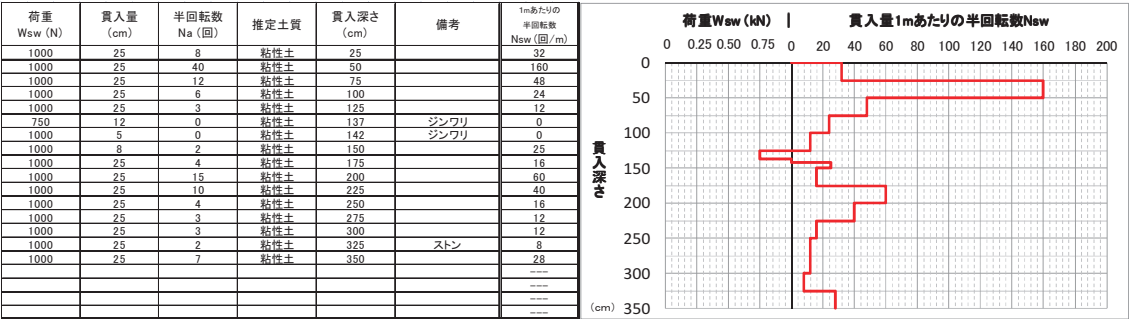
地点番号：T－3



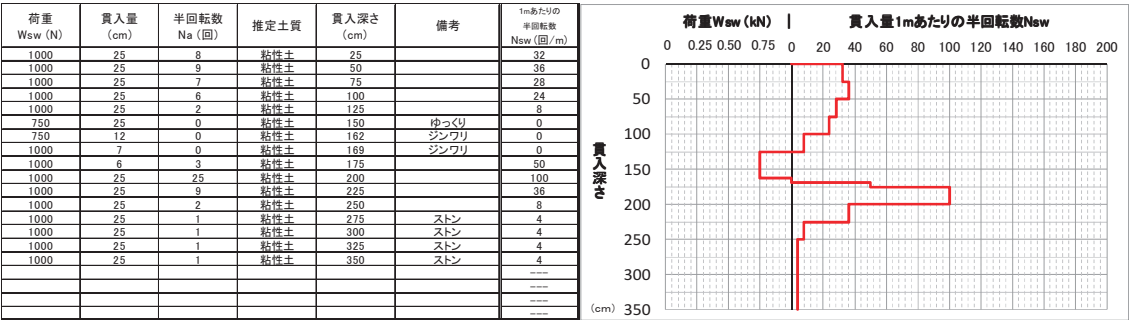
地点番号：Ｔ－４



地点番号：Ｔ－５

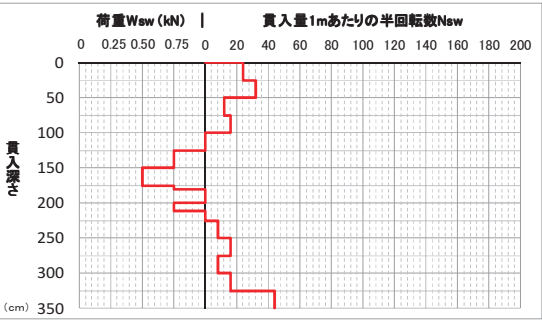


地点番号：Ｔ－６



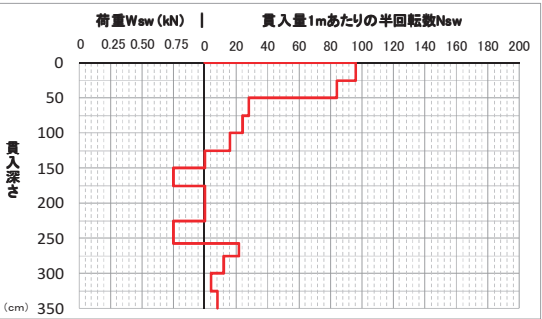
地点番号：H－1

荷重 Wsw (N)	貫入量 (cm)	半回転数 Na (回)	推定土質	貫入深さ (cm)	備考	1mあたりの 半回転数 Nsw (回/m)
1000	25	6	粘性土	25		24
1000	25	8	粘性土	50		32
1000	25	3	粘性土	75		12
1000	25	4	粘性土	100		16
1000	25	0	粘性土	125	ストン	0
750	25	0	粘性土	150	ストン	0
500	25	0	粘性土	175	ゆっくり	0
750	6	0	粘性土	181	ジンワリ	0
1000	19	0	粘性土	209	ストン	0
750	12	0	粘性土	212	ストン	0
1000	13	0	粘性土	225	ストン	0
1000	25	2	粘性土	250		8
1000	25	4	粘性土	275		16
1000	25	2	粘性土	300		8
1000	25	4	粘性土	325		16
1000	25	11	粘性土	350		44



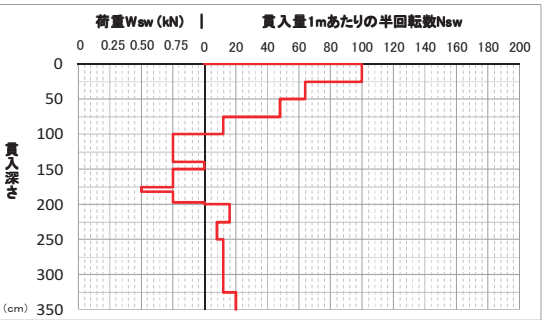
地点番号：H－2

荷重 Wsw (N)	貫入量 (cm)	半回転数 Na (回)	推定土質	貫入深さ (cm)	備考	1mあたりの 半回転数 Nsw (回/m)
1000	25	24	粘性土	25		96
1000	25	21	粘性土	50		84
1000	25	7	粘性土	75		28
1000	25	6	粘性土	100		24
1000	25	4	粘性土	125		16
1000	25	0	粘性土	150	ストン	0
750	25	0	粘性土	175	ゆっくり	0
1000	25	0	粘性土	200	ジンワリ	0
1000	25	0	粘性土	225	ジンワリーストン	0
750	25	0	粘性土	250	ゆっくり	0
750	7	0	粘性土	257	ゆっくり	0
1000	18	4	粘性土	275		22
1000	25	3	粘性土	300		12
1000	25	1	粘性土	325	ストン	4
1000	25	2	粘性土	350	ストン	8

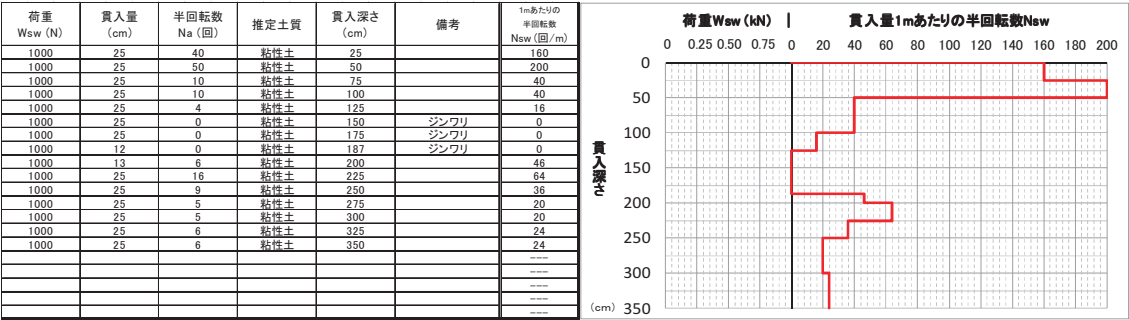


地点番号：H－3

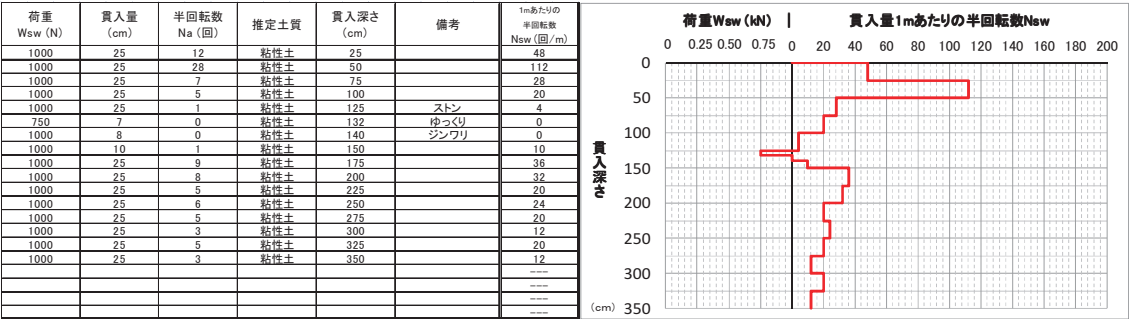
荷重 Wsw (N)	貫入量 (cm)	半回転数 Na (回)	推定土質	貫入深さ (cm)	備考	1mあたりの 半回転数 Nsw (回/m)
1000	25	25	粘性土	25		100
1000	25	16	粘性土	50		64
1000	25	12	粘性土	75	ゆっくり	48
1000	25	3	粘性土	100		12
750	25	0	粘性土	125		0
750	15	0	粘性土	140	ジンワリ	0
1000	10	0	粘性土	150	ゆっくり	0
750	25	0	粘性土	175	ジンワリ	0
500	7	0	粘性土	192	ジンワリ	0
750	15	0	粘性土	197	ゆっくり	0
1000	3	0	粘性土	200	ジンワリ	0
1000	25	4	粘性土	225		16
1000	25	2	粘性土	250		8
1000	25	3	粘性土	275		12
1000	25	3	粘性土	300		12
1000	25	3	粘性土	325		12
1000	25	5	粘性土	350		20



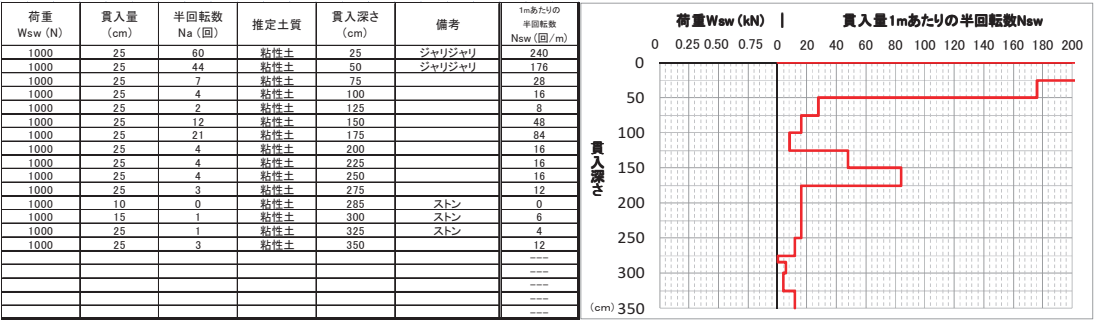
地点番号：H－4



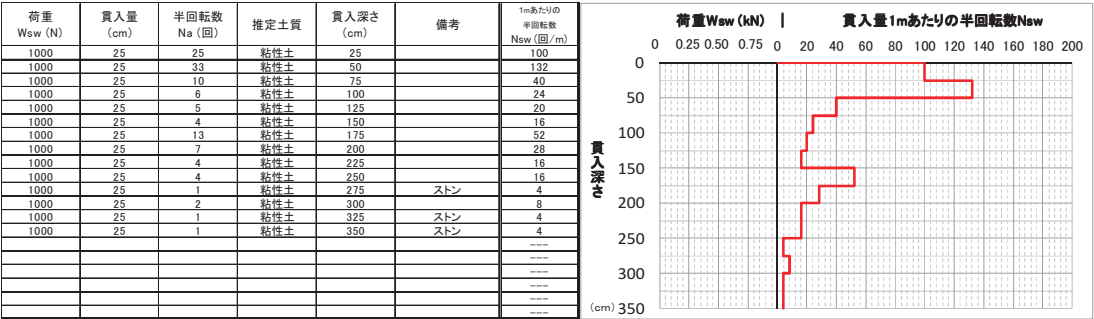
地点番号：H－5



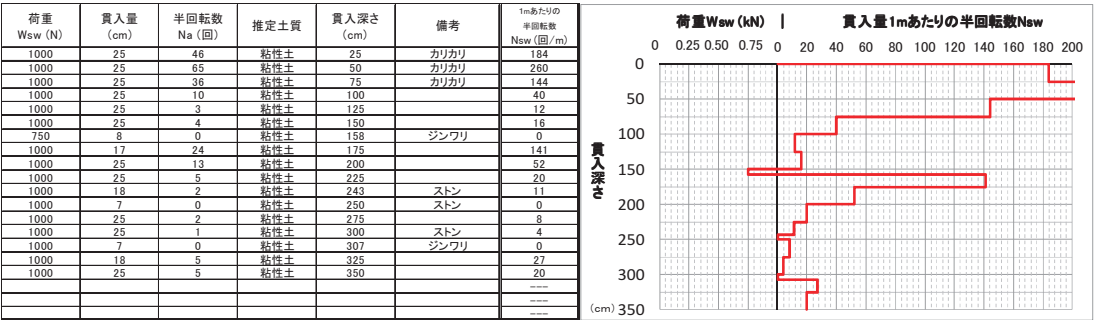
地点番号：①



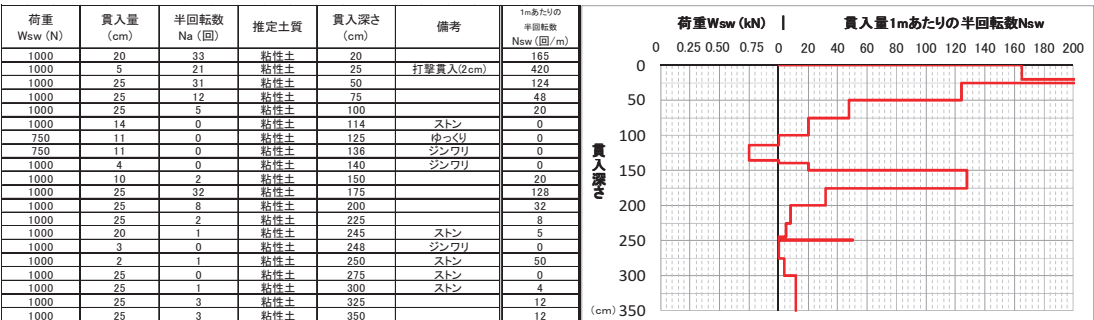
地点番号：②



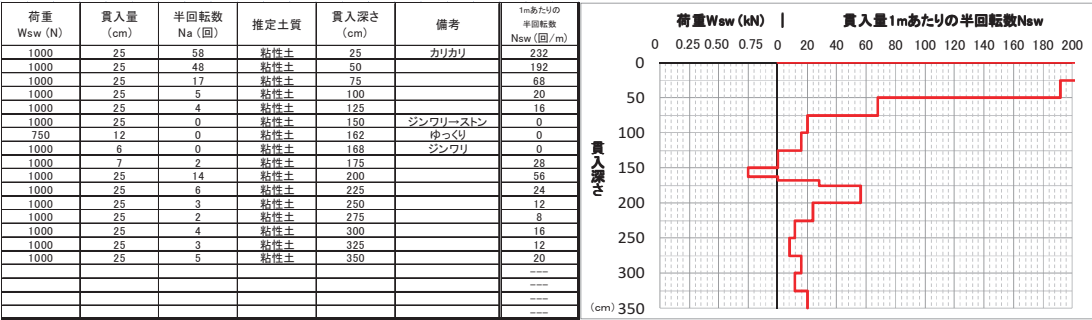
地点番号：③



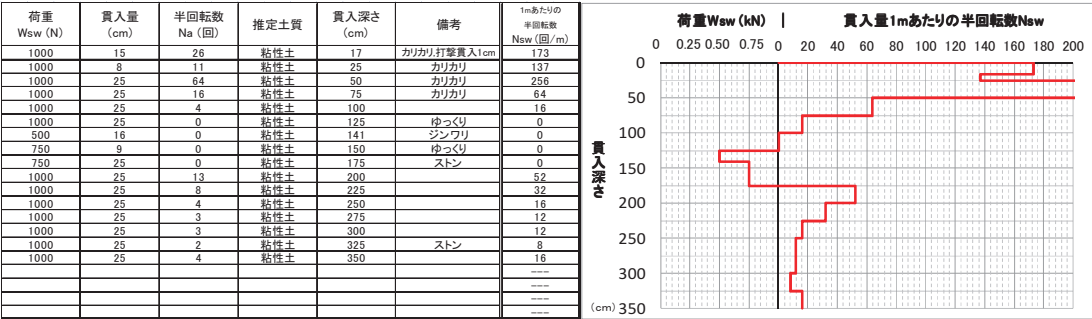
地点番号：④



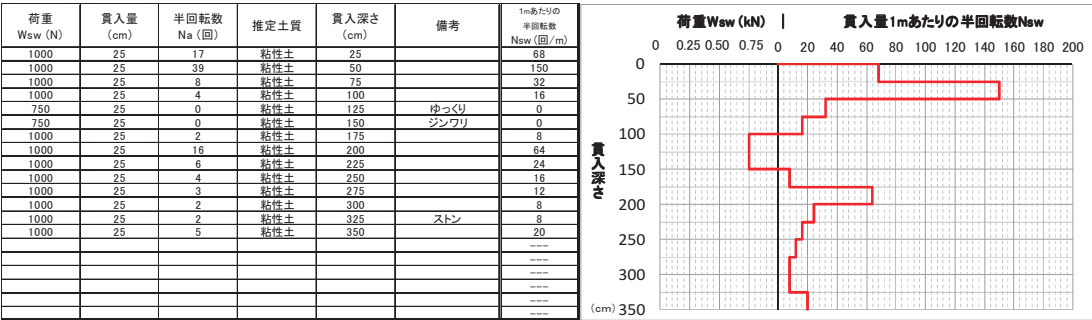
地点番号：⑤



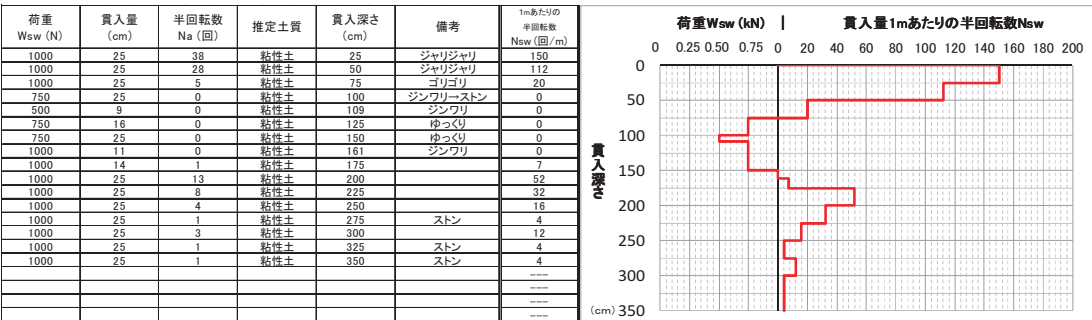
地点番号：⑥



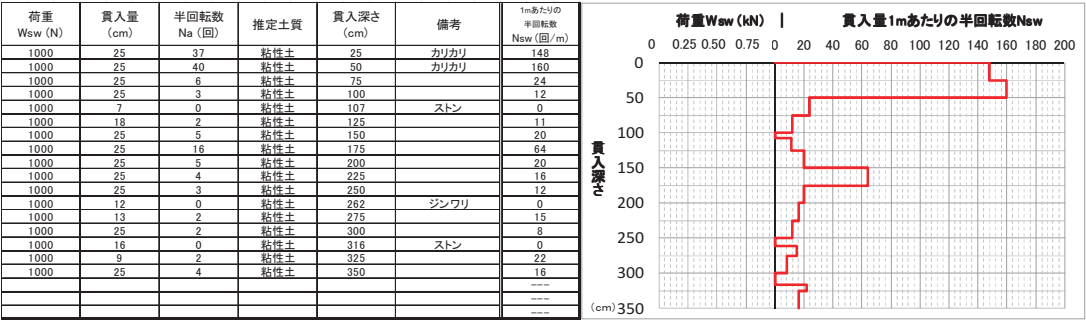
地点番号：⑦



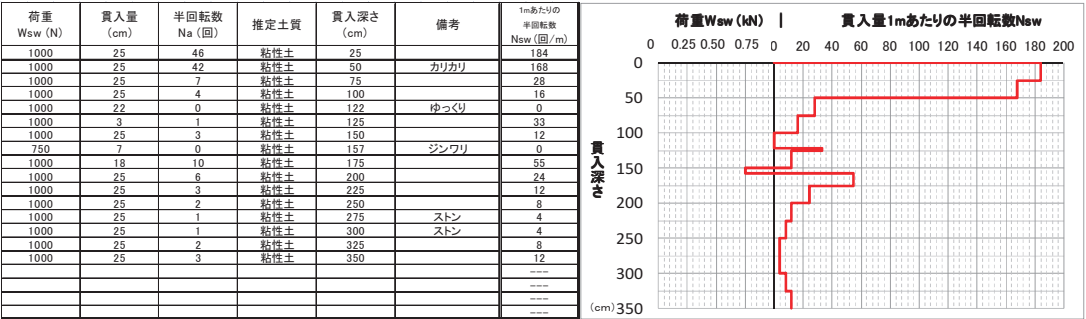
地点番号：⑧



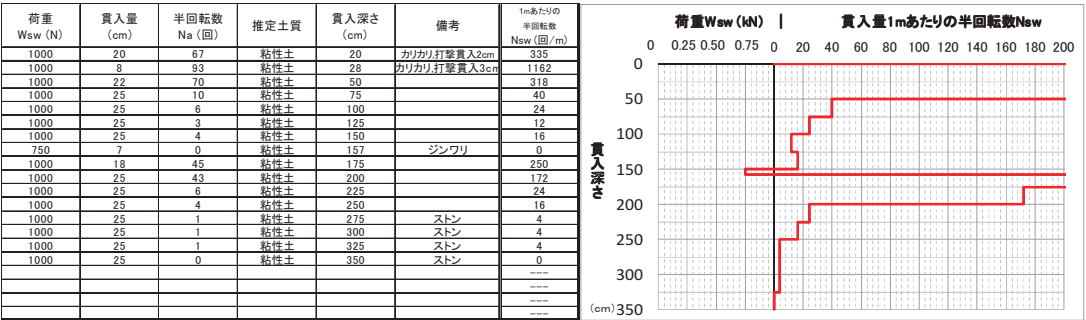
地点番号：⑨



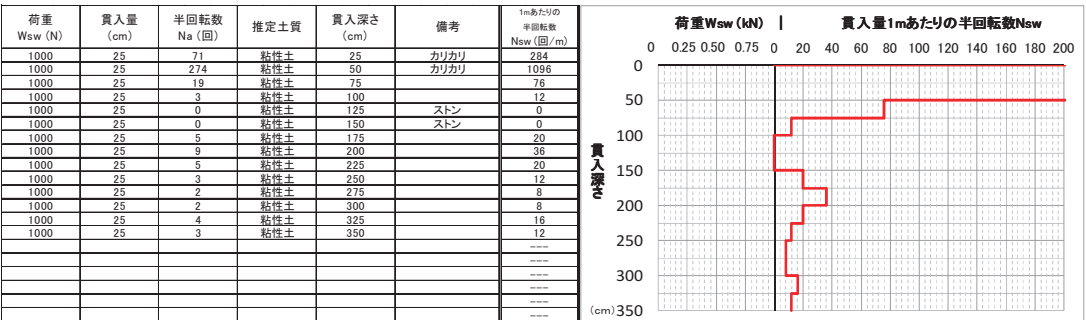
地点番号：⑩



地点番号：⑪

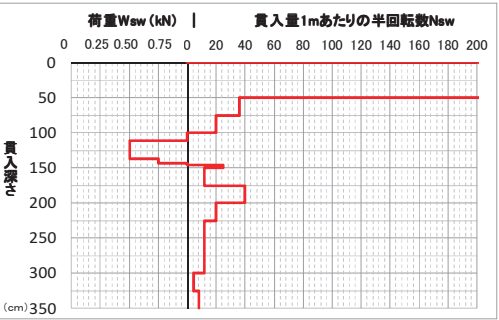


地点番号：⑫



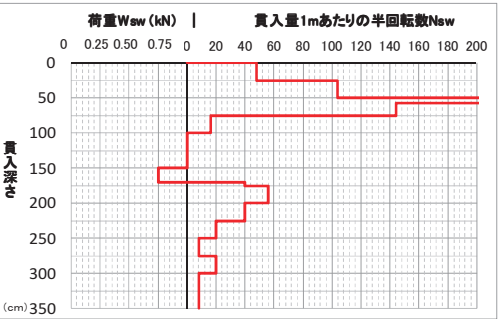
地点番号：⑬

荷重 Wsw (N)	貫入量 (cm)	半回転数 Na (回)	推定土質	貫入深さ (cm)	備考	1mあたりの 半回転数 Nsw (回/m)
1000	25	119	粘性土	25	カリカリ	476
1000	25	119	粘性土	50	カリカリ	476
1000	25	9	粘性土	75		36
1000	25	5	粘性土	100		20
1000	11	0	粘性土	111	ストン	0
500	14	0	粘性土	125	ストン	0
500	12	0	粘性土	137	ゆっくり	0
750	6	0	粘性土	143	ジシフリ	0
1000	3	0	粘性土	146	ジシフリ	0
1000	4	1	粘性土	150		25
1000	25	3	粘性土	175		12
1000	25	10	粘性土	200		40
1000	25	5	粘性土	225		20
1000	25	3	粘性土	250		12
1000	25	3	粘性土	275		12
1000	25	3	粘性土	300		12
1000	25	1	粘性土	325	ストン	4
1000	25	2	粘性土	350	ストン	8



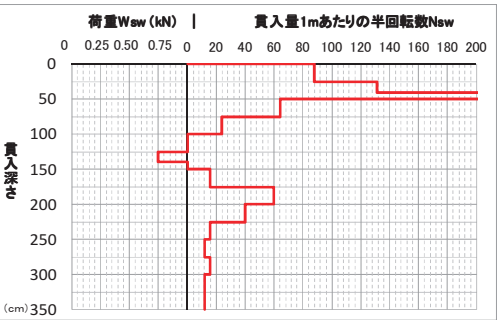
地点番号：⑭

荷重 Wsw (N)	貫入量 (cm)	半回転数 Na (回)	推定土質	貫入深さ (cm)	備考	1mあたりの 半回転数 Nsw (回/m)
1000	25	12	粘性土	25	カリカリ	48
1000	25	26	粘性土	50	カリカリ	104
1000	7	19	粘性土	57	打撃貫入2cm	271
1000	18	26	粘性土	75		144
1000	25	4	粘性土	100		16
1000	25	0	粘性土	125	ゆっくり	0
1000	25	0	粘性土	150	ゆっくり	0
750	20	0	粘性土	170	ゆっくり	0
1000	5	2	粘性土	175		40
1000	25	14	粘性土	200		56
1000	25	10	粘性土	225		40
1000	25	5	粘性土	250		20
1000	25	2	粘性土	275		8
1000	25	5	粘性土	300		20
1000	25	2	粘性土	325	ストン	8
1000	25	2	粘性土	350		8



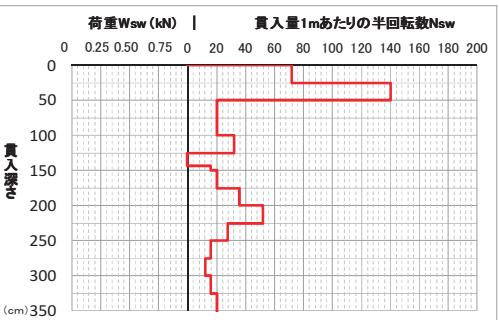
地点番号：⑮

荷重 Wsw (N)	貫入量 (cm)	半回転数 Na (回)	推定土質	貫入深さ (cm)	備考	1mあたりの 半回転数 Nsw (回/m)
1000	25	22	粘性土	25		88
1000	16	21	粘性土	41	グリゴリ、打撃貫入2cm	131
1000	9	29	粘性土	50	カリカリ	322
1000	25	16	粘性土	75		64
1000	25	6	粘性土	100		24
1000	25	0	粘性土	125	ゆっくり	0
750	14	0	粘性土	139	ゆっくり	0
1000	11	0	粘性土	150	ジシフリ	0
1000	25	4	粘性土	175	ジシフリ	16
1000	25	15	粘性土	200	ジシフリ	60
1000	25	10	粘性土	225		40
1000	25	4	粘性土	250		16
1000	25	3	粘性土	275		12
1000	25	4	粘性土	300		16
1000	25	3	粘性土	325		12
1000	25	3	粘性土	350		12



地点番号：⑯

荷重 Wsw (N)	貫入量 (cm)	半回転数 Na (回)	推定土質	貫入深さ (cm)	備考	1mあたりの 半回転数 Nsw (回/m)
1000	25	18	粘性土	25		72
1000	25	35	粘性土	50		140
1000	25	5	粘性土	75		20
1000	25	5	粘性土	100		20
1000	25	8	粘性土	125		32
1000	19	0	粘性土	144	ゆっくりージシフリ	0
1000	6	1	粘性土	150		16
1000	25	5	粘性土	175		20
1000	25	9	粘性土	200		36
1000	25	13	粘性土	225		52
1000	25	7	粘性土	250		28
1000	25	4	粘性土	275		16
1000	25	3	粘性土	300		12
1000	25	4	粘性土	325		16
1000	25	5	粘性土	350		20
1000	25	5	粘性土	375		20



試 験 計 画 書

件名：ディー・アーススクリー
押込み載荷試験

平成 25 年 3 月 5 日

サンコーテクノ株式会社

技術開発部

1. 試験の目的

本試験は、ダイレクトアース工法によるディー・アーススクリューの押込み性能を把握し、基準鉛直支持力の妥当性を確認する事を目的とする。

2. 試験項目

- (1) スウェーデン式サウンディング試験
- (2) 押込み載荷試験

3. 試験杭

(1) 品名

ディー・アーススクリュー

(2) 仕様

試験杭の形状を図1に、仕様を表1に示す。

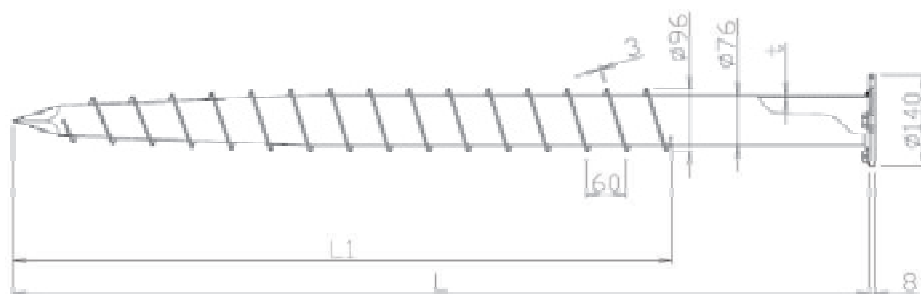


図1. 試験杭の形状

表1. 試験杭の仕様

(単位:mm)

試験杭品番	DES-C76×1000	DES-C76×1300	DES-C76×1600
全長 (L)	1000	1300	1600
スパイラル部長さ (L1)	800	1000	1200
パイプ厚み (t)	3.6		3.75
軸部径	φ76		
スパイラル部外径	φ96		
スパイラル部ピッチ	60		
スパイラル部厚み	3		

4. 地盤

(1) 土質 粘性土（盛土含む）

(2) 場所 一般財団法人ベターリビング

つくば建築試験研究センター 敷地内（所在地：茨城県つくば市立原）

5. スウェーデン式サウンディング試験（SWS試験）

(1) 試験機

名称	スウェーデン式サウンディング試験（サーチU-1）電動回転装置
メーカー	有限会社仁平製作所

(2) 仕様

回転軸

回転数	45 半回転数/分
許容軸トルク	70.6N・m

電動機

ギヤーモーター	AC100V・200W
---------	-------------

載荷装置

装置基本荷重	250N
載荷装置	重り 125N/個

機体寸法

1820H×710W×810L（組立時）

機体重量

50kg（本体）



図 2. スウェーデン式サウンディング試験装置

(3) 試験条件

試験杭の施工位置にて、根入れ深さ+2m まで計測する。

(4) 試験方法

試験方法 JIS A 1221「スウェーデン式サウンディング試験方法」に準拠

(5) 記録

試験結果は、次の項目を記録する。

調査件名

試験年月日

試験者

地点番号

試験位置

調査実施日の気象情報

測定記録 (Wsw、Nsw)

自沈状況に関する記録

換算 N 値（基準深さ毎、平均）

静的貫入抵抗（Wsw、換算 N 値、Nsw）の深さ分布

6. 押込み載荷試験

(1) 試験条件

試験杭の根入れ深さと荷重保持時間を要因とした試験条件と計画最大荷重を、表 2 に示す。計画最大荷重は、SWS試験による換算N値 4 の地盤で行った既往の試験結果を基に第 2 限界抵抗以上とする。試験数は各条件に 1 体とする。

表 2. 試験条件と計画最大荷重

載荷 方向	試験杭 品番	根入れ 深さ (mm)	荷重保持 時間 (分)	載荷装置	計画 最大荷重 (kN)
押込み	DES-C76×1000	800	30	地盤工学会基準	16
	DES-C76×1300	1100	30		24
	DES-C76×1600	1400	30		32

(2) 施工方法

試験杭の施工方法概要を以下に示す。

1) 墨出し

施工する位置に印をつける。

2) 先孔施工

先孔径は 40mm とする。先孔の深さは、根入れ深さまでとする。

3) 回転貫入施工（スクリー施工）

試験杭を施工位置に立て、施工機械のアタッチメントを接続する。

施工機械を接続し、スクリー施工を行う。

所定の根入れ深さで施工機械を停止し、スクリー施工を完了する。

(3) 養生期間

養生期間は、既往の試験結果から施工後 1 日以上とする。

(4) 試験杭、受け台、基準点の位置関係

試験杭、受け台、基準点の位置関係を図 3 に示す。

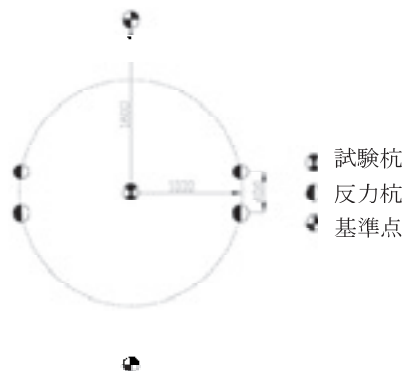


図 3. 押込み載荷試験の試験位置

(5) 試験装置

押込み載荷試験装置概略図を図 4 に示す。押込み載荷は、試験杭の杭頭に設けたフランジの上に台座、球座、ロードセルを設置し油圧ジャッキを使用してスクリーを押し込む。S 反力杭には、ディー・アーススクリー DES-76×1600 を 4 本用いる。

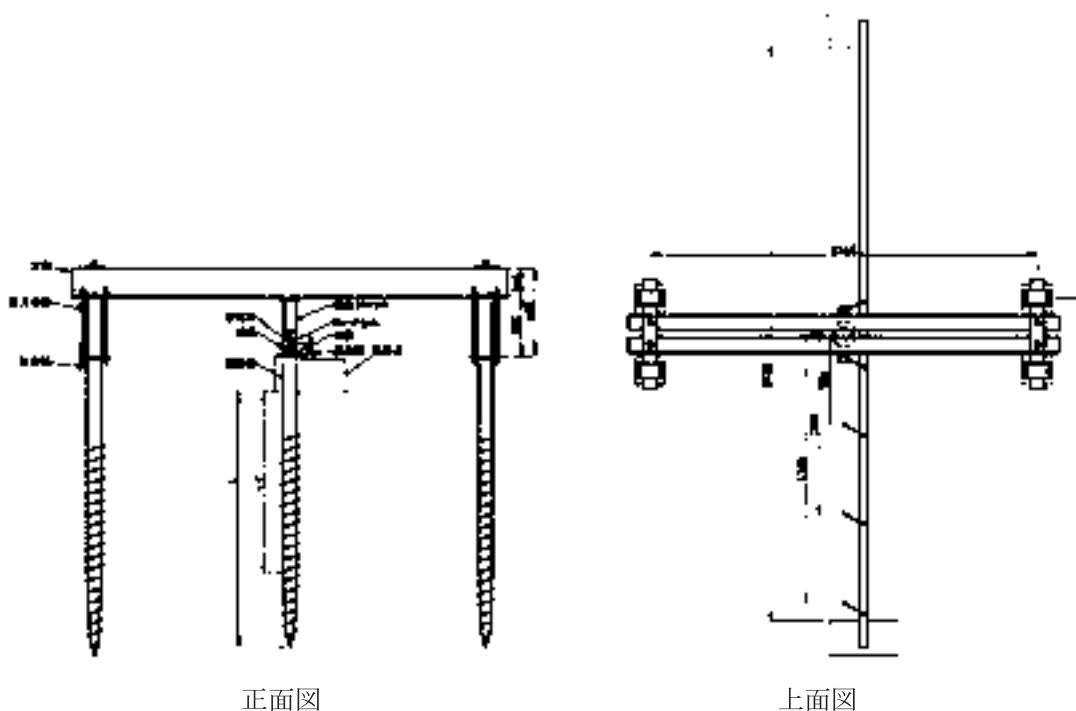


図 4. 押込み試験装置概略図

7. 測定項目と計測機器の構成・仕様

(1) 時間

以下示す計測を実施し、記録する。

- 1) 各荷重段階の荷重保持時間
- 2) 荷重の増減過程
- 3) 試験開始から終了までの時間

(2) 荷重

荷重計の仕様を表 3 に示す。

表 3. 荷重計仕様

型式	種類	測定範囲 kN	メーカー名
LC-10TH88	センターホール式ロードセル	0～100	日計電測

(3) 変位計

変位計の仕様を表 4 に示す。

表 4. 変位計仕様

型式	種類	測定範囲 mm	メーカー名
CDP-50	ひずみゲージ式変位計	0～50	東京測器研究所

(4) 記録計

記録計の仕様を表 5 に示す。

表 5. 記録計仕様

型式	種類	メーカー名
TDS-303	データロガー	東京測器研究所
TDS-7130	静的計測ソフトウェア	東京測器研究所

(5) 周辺地盤の状況

杭中心から 500、1000、1500mm の距離に変位計を設置して地表面の変化を計測する。

試験中に試験地盤のひび割れや崩れなどの変化が生じた場合は状況を記録する。

8. 載荷方法

(1) 載荷パターン

一方向載荷とする。

(2) 載荷方式

載荷は、段階載荷として、下記条件のもと最大荷重を計測するまで実施する。

・ 段階数 : 8 段階

8 段階で最大荷重に達しないときは、最大荷重を計測するまで連続載荷を行う事とする。

・ 載荷速度 : 載荷速度を表 6 に示す。

載荷速度＝計画最大荷重／荷重段階数

・ 荷重保持時間 : 30 分

表 6. 載荷速度

根入れ深さ (mm)	計画最大荷重 (kN)	保持荷重 (kN)	載荷速度 (N/min)
800	16	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16	2000
1100	24	3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24	3000
1400	32	4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32	4000

9. 測定時期

各荷重段階に到達後の測定時期は、1 分間隔とする。

荷重保持時間中に変位速度が大きくなったときや、一定荷重の保持が困難になり荷重が低下する場合は、測定間隔を短くして測定値の連続性を確保する。

10. 結果の整理方法

最大荷重値は、引抜き抵抗が最大となったときの荷重とする。

各試験杭の荷重-時間、荷重-変位量、根入れ深さと荷重の諸関係曲線を図示する。

試 験 計 画 書

件名：ディー・アーススクリー
引抜き載荷試験

平成 25 年 3 月 5 日

サンコーテクノ株式会社

技術開発部

1. 試験の目的

本試験は、ダイレクトアース工法によるディー・アーススクリューの引抜き特性を把握し、基準引抜抵抗力の妥当性を確認する事を目的とする。

2. 試験項目

- (1) スウェーデン式サウンディング試験
- (2) 引抜き载荷試験

3. 試験杭

(1) 品名

ディー・アーススクリュー

(2) 仕様

試験杭の形状を図1に、仕様を表1に示す。

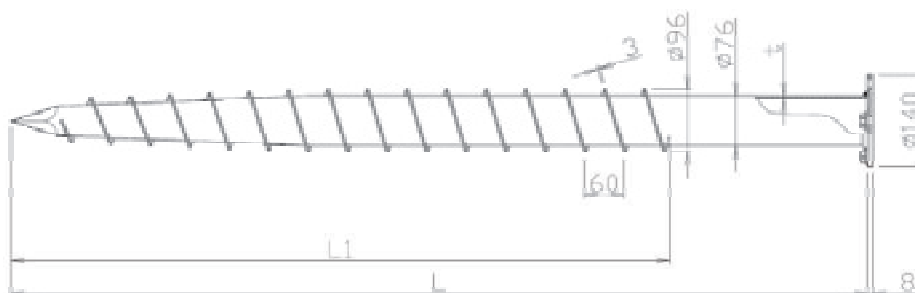


図1. 試験杭の形状

表1. 試験杭の仕様

(単位:mm)

試験杭品番	DES-C76×1000	DES-C76×1300	DES-C76×1600
全長 (L)	1000	1300	1600
スパイラル部長さ (L1)	800	1000	1200
パイプ厚み (t)	3.6		3.75
軸部径	φ76		
スパイラル部外径	φ96		
スパイラル部ピッチ	60		
スパイラル部厚み	3		

4. 地盤

(1) 土質 粘性土（盛土含む）

(2) 場所 一般財団法人ベターリビング

つくば建築試験研究センター 敷地内 （所在地：茨城県つくば市立原）

5. スウェーデン式サウンディング試験（SWS試験）

(1) 試験機

名称 スウェーデン式サウンディング試験（サーチU-1）電動回転装置
メーカー 有限会社仁平製作所

(2) 仕様

回転軸

回転数 45 半回転数/分
許容軸トルク 70.6N・m

電動機

ギヤーモーター AC100V・200W

載荷装置

装置基本荷重 250N
載荷装置 重り 125N/個

機体寸法

1820H×710W×810L（組立時）

機体重量

50kg（本体）



図 2. スウェーデン式サウンディング試験装置

(3) 試験条件

試験杭の施工位置にて、根入れ深さ+2m まで計測する。

(4) 試験方法

試験方法 JIS A 1221「スウェーデン式サウンディング試験方法」に準拠

(5) 記録

試験結果は、次の項目を記載することとする。

調査件名

試験年月日

試験者

地点番号

試験位置

調査実施日の気象情報

測定記録 (Wsw、Nsw)

自沈状況に関する記録

換算 N 値（基準深さ毎、平均）

静的貫入抵抗（Wsw、換算 N 値、Nsw）の深さ分布

6. 引抜き載荷試験

(1) 試験条件

試験杭の根入れ深さを要因とした試験条件と計画最大荷重を表 2 に示す。計画最大荷重は、SWS試験による換算N値 4 の地盤で行った既往の試験結果を基に、第 2 限界抵抗力以上となる値とした。試験数は各条件につき 1 体とする。

表 2. 試験条件と計画最大荷重

載荷 方向	試験杭 品番	根入れ 深さ (mm)	荷重保持 時間 (分)	載荷装置	計画 最大荷重 (kN)
引抜き	DES-C76×1000	800	3	地盤工学会基準	8
	DES-C76×1300	1100	3		16
	DES-C76×1600	1400	3		24

(2) 施工方法

試験杭の施工方法概要を以下に示す。

1) 墨出し

施工する位置に印をつける。

2) 先孔施工

先孔径は 40mm とする。先孔の深さは、根入れ深さまでとする。

3) 回転貫入施工（スクリュース施工）

試験杭を施工位置に立て、施工機械のアタッチメントを接続する。

施工機械を接続し、スクリュース施工を行う。

所定の根入れ深さで施工機械を停止し、スクリュース施工を完了する。

(3) 養生期間

養生期間は、既往の試験結果から施工後 1 日以上とする。

(4) 試験杭、受け台、基準点の位置関係

試験杭、受け台、基準点の位置関係を図 4 に示す。



図 4. 試験杭、受け台、基準点の位置関係

(5) 試験装置

引抜き载荷試験装置を図 5 に示す。

引抜き载荷は、試験杭の杭頭に設けたフランジ部にテンションロッドを取付け、ジャッキ、ロードセルを介してスクリーに引抜き荷重を与える。

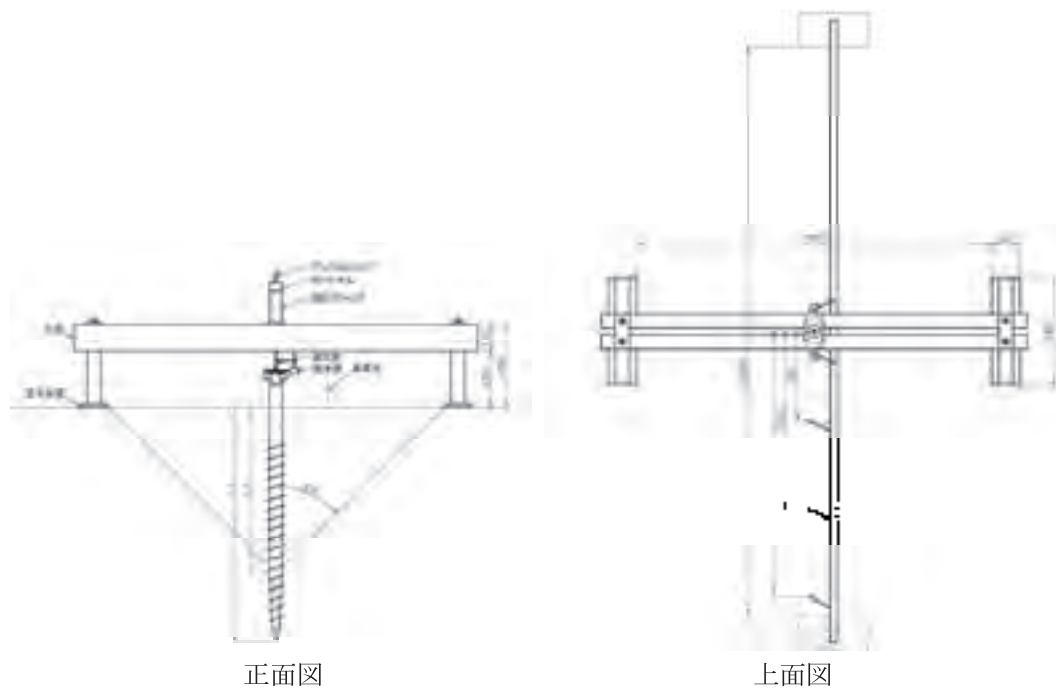


図 5. 引抜き载荷試験装置概要図

7. 測定項目と計測機器の構成・仕様

(1) 計測項目

以下示す計測を実施し、記録する。

- 1) 各荷重段階の荷重保持時間
- 2) 荷重の増減過程
- 3) 試験開始から終了までの時間

(2) 荷重

荷重計の仕様を表 3 に示す。

表 3. 荷重計仕様

型式	種類	測定範囲 kN	メーカー名
LC-10TH88	センターホール式ロードセル	0～100	日計電測

(3) 変位計

変位計の仕様を表 4 に示す。

表 4. 変位計仕様

型式	種類	測定範囲 mm	メーカー名
CDP-50	ひずみゲージ式変位計	0～50	東京測器研究所

(4) 記録計

記録計の仕様を表 5 に示す。

表 5. 記録計仕様

型式	種類	メーカー名
TDS-303	データロガー	東京測器研究所
TDS-7130	静的計測ソフトウェア	東京測器研究所

(5) 周辺地盤の状況

杭中心から 500、1000、1500mm の距離に変位計を設置して地表面の変化を計測する。

試験中に試験地盤のひび割れや崩れなどの変化が生じた場合は状況を記録する。

8. 載荷方法

(1) 載荷パターン

一方向載荷とする。

(2) 載荷方式

載荷は、段階載荷として、下記条件のもと最大荷重を計測するまで実施する。

- 段階数 : 8 段階
8 段階で最大荷重に達しないときは、最大荷重を計測するまで連続載荷を行う事とする。
- 載荷速度 : 載荷速度を表 6 に示す。
【荷重増加時】計画最大荷重／荷重段階数
- 荷重保持時間 : 3 分

表 6. 載荷速度

根入れ深さ (mm)	計画最大荷重 (kN)	保持荷重 (kN)	荷重増加時 (N/min)
800	8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	1000
1100	16	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16	2000
1400	24	3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24	3000

9. 測定時期

各荷重段階に到達後の測定時期は、1 分間隔とする。

荷重保持時間中に変位速度が大きくなったときや、一定荷重の保持が困難になり荷重が低下する場合は、測定間隔を短くして測定値の連続性を確保する。

10. 結果の整理方法

最大荷重値は、引抜き抵抗が最大となったときの荷重とする。

各試験杭の荷重-時間、荷重-変位量、根入れ深さと荷重の諸関係曲線を図示する。

試 験 計 画 書

件名：ディー・アーススクリュー
小型引抜き試験機による引抜き載荷試験

平成 25 年 3 月 5 日

サンコーテクノ株式会社

技術開発部

1. 試験の目的

本試験は、ダイレクトアース工法によるディー・アーススクリュー専用の小型引抜き試験機について、地盤工学会基準を準拠した試験装置で得られた試験結果との相関関係を確認する。

2. 試験項目

- (1) スウェーデン式サウンディング試験
- (2) 引抜き載荷試験

3. 試験杭

(1) 品名

ディー・アーススクリュー

(2) 仕様

試験杭の形状を図1に、仕様を表1に示す。

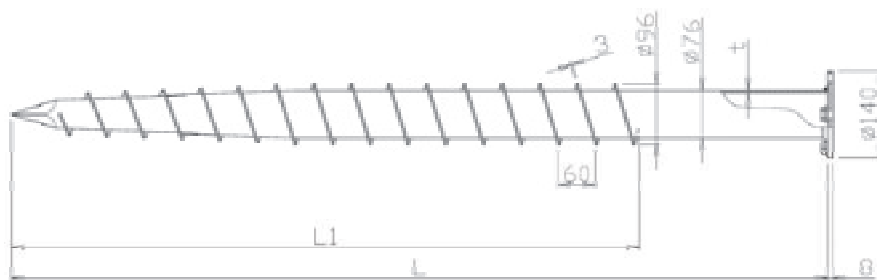


図1. 試験杭の形状

表1. 試験杭の仕様

(単位:mm)

試験杭品番	DES-C76×1000	DES-C76×1300	DES-C76×1600
全長 (L)	1000	1300	1600
スパイラル部長さ (L1)	800	1000	1200
パイプ厚み (t)	3.6		3.75
軸部径	φ76		
スパイラル部外径	φ96		
スパイラル部ピッチ	60		
スパイラル部厚み	3		

4. 地盤

(1) 土質 粘性土（盛土含む）

(2) 場所 一般財団法人ベターリビング

つくば建築試験研究センター 敷地内 （所在地：茨城県つくば市立原）

5. スウェーデン式サウンディング試験（SWS試験）

(1) 試験機

名称 スウェーデン式サウンディング試験（サーチU-1）電動回転装置
メーカー 有限会社仁平製作所

(2) 仕様

回転軸

回転数 45 半回転数/分
許容軸トルク 70.6N・m

電動機

ギヤーモーター AC100V・200W

載荷装置

装置基本荷重 250N
載荷装置 重り 125N/個

機体寸法

1820H×710W×810L（組立時）

機体重量

50kg（本体）



図 2. スウェーデン式サウンディング試験装置

(3) 試験条件

試験杭の施工位置にて、根入れ深さ+2m まで計測する。

(4) 試験方法

試験方法 JIS A 1221「スウェーデン式サウンディング試験方法」に準拠

(5) 記録

試験結果は、次の項目を記載することとする。

調査件名

試験年月日

試験者

地点番号

試験位置

調査実施日の気象情報

測定記録 (Wsw、Nsw)

自沈状況に関する記録

換算 N 値（基準深さ毎、平均）

静的貫入抵抗（Wsw、換算 N 値、Nsw）の深さ分布

6. 引抜き載荷試験

(1) 試験条件

試験杭の根入れ深さを要因とした試験条件を、表 2 に示す。

試験数は各条件に 1 体とする。

表 2. 試験条件

載荷方向	試験杭品番	根入れ深さ (mm)	載荷方式
引抜き	DES-C76×1000	800	連続載荷
	DES-C76×1300	1100	
	DES-C76×1600	1400	

(2) 施工方法

試験杭の施工方法概要を以下に示す。

1) 墨出し

施工する位置に印をつける。

2) 先孔施工

先孔径は 40mm とする。先孔の深さは、根入れ深さまでとする。

3) 回転貫入施工（スクリュー施工）

試験杭を施工位置に立て、施工機械のアタッチメントを接続する。

施工機械を接続し、スクリュー施工を行う。

所定の根入れ深さで施工機械を停止し、スクリュー施工を完了する。

(3) 養生期間

養生期間は、既往の試験結果から施工後 1 日以上とする。

(4) 試験杭、受け台、基準点の位置関係

試験杭、受け台、基準点の位置関係を図 3 に示す。試験杭と受け台の間隔は 300mm とし、 $2.5D$ 以上（ D ：本体径 96mm）を確保する。

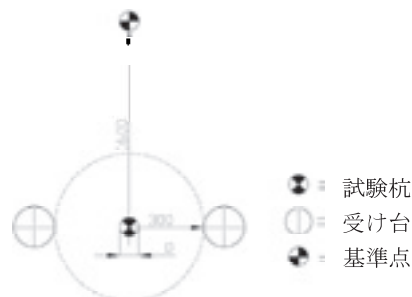


図 3. 位置関係

(5) 試験装置

小型引抜き試験機概要図を図 4 に示す。

引抜き载荷は、試験杭の杭頭に設けたフランジ部にテンションロッドを取付け、ロードセル、油圧シリンダーを介してスクリューに引抜き荷重を与える。

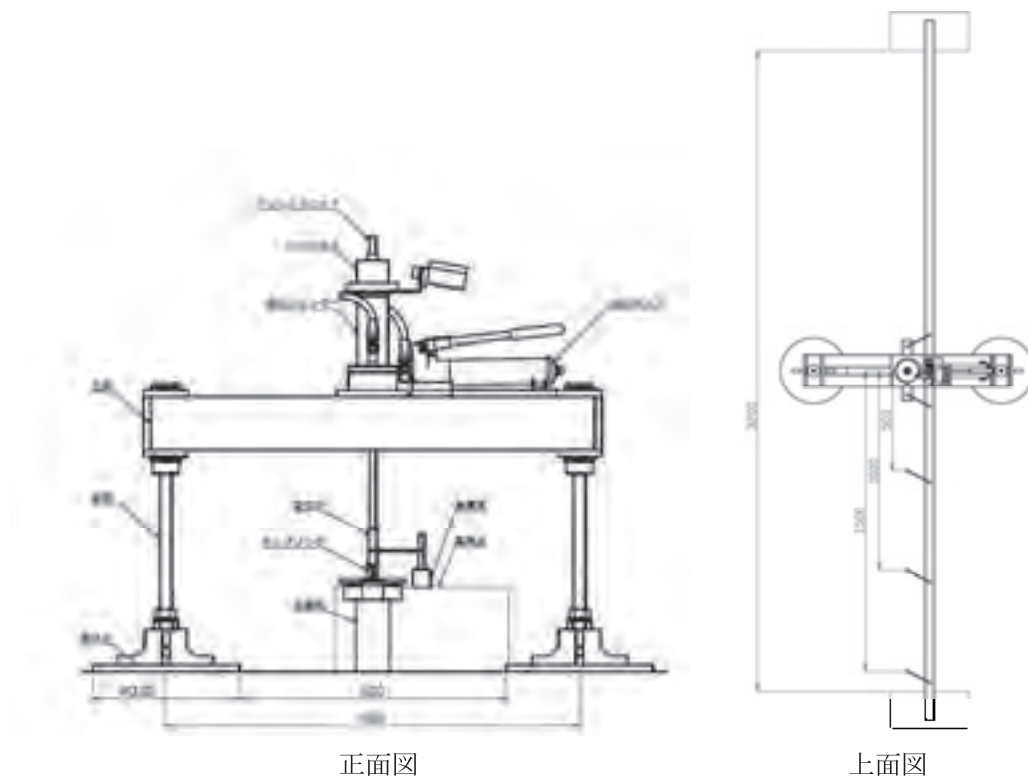


図 4. 小型引抜き試験機概要図

7. 測定項目と計測機器の構成・仕様

(1) 時間

以下示す計測を実施し、記録する。

1) 荷重の増減過程

2) 試験開始から終了までの時間

(2) 荷重

荷重計の仕様を表 3 に示す。

表 3. 荷重計仕様

種類	測定範囲
センターホール式ロードセル	0～50kN

(3) 変位量

変位計の仕様を表 4 に示す。

表 4. 変位計仕様

型式	種類	測定範囲 mm	メーカー名
CDP-50	ひずみゲージ式変位計	0～50	東京測器研究所

(4) 記録計

記録計の仕様を表 5 に示す。

表 5. 記録計仕様

型式	種類	メーカー名
TDS-303	データロガー	東京測器研究所
TDS-7130	静的計測ソフトウェア	東京測器研究所

(5) 周辺地盤の状況

杭中心から 500、1000、1500mm の距離に変位計を設置して地表面の変化を計測する。

試験中に試験地盤のひび割れや崩れなどの変化が生じた場合は状況を記録する。

8. 載荷方法

(1) 載荷パターン

一方向載荷とする。

(2) 載荷方式

載荷は、連続載荷として、下記条件のもと最大荷重を計測するまで実施する。

載荷速度を表 6 に示す。

表 6. 載荷速度

根入れ深さ (mm)	載荷速度 (N/min)
800	1000
1100	2000
1400	3000

9. 測定時期

測定時期は、測定値の連続性を確保できる間隔で測定する。

10. 結果の整理方法

最大荷重値は、引抜き抵抗が最大となったときの荷重とする。

各試験杭の荷重-時間、荷重-変位量、根入れ深さと荷重の諸関係曲線を図示する。

地盤工学会基準を準用した試験結果と小型引抜き試験機による試験結果の相関関係を図示する。

試 験 計 画 書

件名：ディー・アーススクリュー
水平載荷試験

平成 25 年 3 月 5 日

サンコーテクノ株式会社

技術開発部

1. 試験の目的

本試験は、ダイレクトアース工法によるディー・アーススクリューの水平載荷試験を行い、静的載荷による水平抵抗特性として時間-荷重特性、荷重-変位特性、水平抵抗の特性値を得ることを目的とする。

2. 試験項目

- (1) スウェーデン式サウンディング試験
- (2) 水平載荷試験

3. 試験杭

(1) 品名

ディー・アーススクリュー

(2) 仕様

試験杭の形状を図1に、仕様を表1に示す。

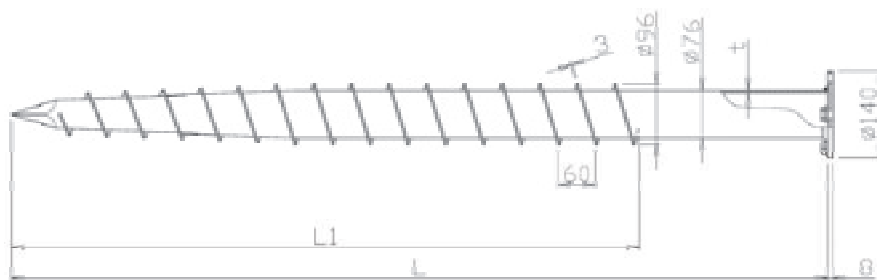


図1. 試験杭の形状

表1. 試験杭の仕様

(単位:mm)

試験杭品番	DES-C76×1000	DES-C76×1300	DES-C76×1600
全長 (L)	1000	1300	1600
スパイラル部長さ (L1)	800	1000	1200
パイプ厚み (t)	3.6		3.75
軸部径	φ76		
スパイラル部外径	φ96		
スパイラル部ピッチ	60		
スパイラル部厚み	3		

4. 地盤

(1) 土質 粘性土（盛土含む）

(2) 場所 一般財団法人ベターリビング

つくば建築試験研究センター 敷地内 （所在地：茨城県つくば市立原）

5. スウェーデン式サウンディング試験（SWS試験）

(1) 試験機

名称 スウェーデン式サウンディング試験（サーチU-1）電動回転装置
メーカー 有限会社仁平製作所

(2) 仕様

回転軸

回転数 45 半回転数/分
許容軸トルク 70.6N・m

電動機

ギヤーモーター AC100V・200W

載荷装置

装置基本荷重 250N
載荷装置 重り 125N/個

機体寸法

1820H×710W×810L（組立時）

機体重量

50kg（本体）



図 2. スウェーデン式サウンディング試験装置

(3) 試験条件

試験杭の施工位置にて、根入れ深さ+2m まで計測する。

(4) 試験方法

試験方法 JIS A 1221「スウェーデン式サウンディング試験方法」に準拠

(5) 記録

試験結果は、次の項目を記録する。

調査件名

試験年月日

試験者

地点番号

試験位置

調査実施日の気象情報

測定記録 (Wsw、Nsw)

自沈状況に関する記録

換算 N 値（基準深さ毎、平均）

静的貫入抵抗（Wsw、換算 N 値、Nsw）の深さ分布

6. 試験条件

(1) 試験条件および計画最大荷重

試験杭の根入れ深さと突出高さを要因とした試験条件と計画最大荷重を、表 3 に示す。

計画最大荷重は、SWS 試験による換算 N 値 4 の地盤で行った既往の試験結果を基に第 2 限界抵抗以上値とする。試験数は、各条件に 1 体とする。

表 3. 試験条件と計画最大荷重

試験杭品番	根入れ深さ (mm)	試験杭の 突出高さ (mm)	載荷高さ (mm)	計画最大荷重 (kN)
DES-C76 × 1000	800	200	150	4
DES-C76 × 1300	1000	300	250	8
	1100	200	150	8
DES-C76 × 1600	1200	400	350	16
	1400	200	150	16

(2) 杭頭拘束条件

杭頭は拘束せず自由とする。

(3) 施工方法

試験杭の施工方法概要を以下に示す。

1) 墨出し

施工する位置に印をつける。

2) 下穴施工

下穴径は 40mm とする。下穴の深さは、根入れ深さまでとする。

3) 回転貫入施工（スクリー施工）

試験杭を施工位置に立て、施工機械のアタッチメントを接続する。

施工機械を接続し、スクリー施工を行う。

所定の根入れ深さで施工機械を停止し、スクリー施工を完了する。

(4) 養生期間

養生期間は、既往の試験結果から施工後 1 日以上とする。

(5) 試験杭、反力杭、基準点の位置関係

試験杭、反力杭、基準点の位置関係を図 3 に示す。試験杭と反力杭の距離は 1000mm とする。隣接する試験杭との間隔は、地盤工学会基準に定められた隣接する試験地盤の変形に影響しない範囲として反力杭の中心から 30 度の距離とする。基準点も同様に、地盤の変形に影響しない範囲として試験杭から 500mm の距離とする。



図 3. 試験杭の位置

(6) 試験装置

水平載荷装置概要図を図 4 に示す。

載荷装置は、載荷高さにおいて、試験杭の側面を単動式油圧ジャッキで押込む方式とする。油圧ジャッキは手動ポンプを使用する。反力は、鋼管杭（直径 1400mm、根入れ深さ 25m）を反力抵抗体とする。

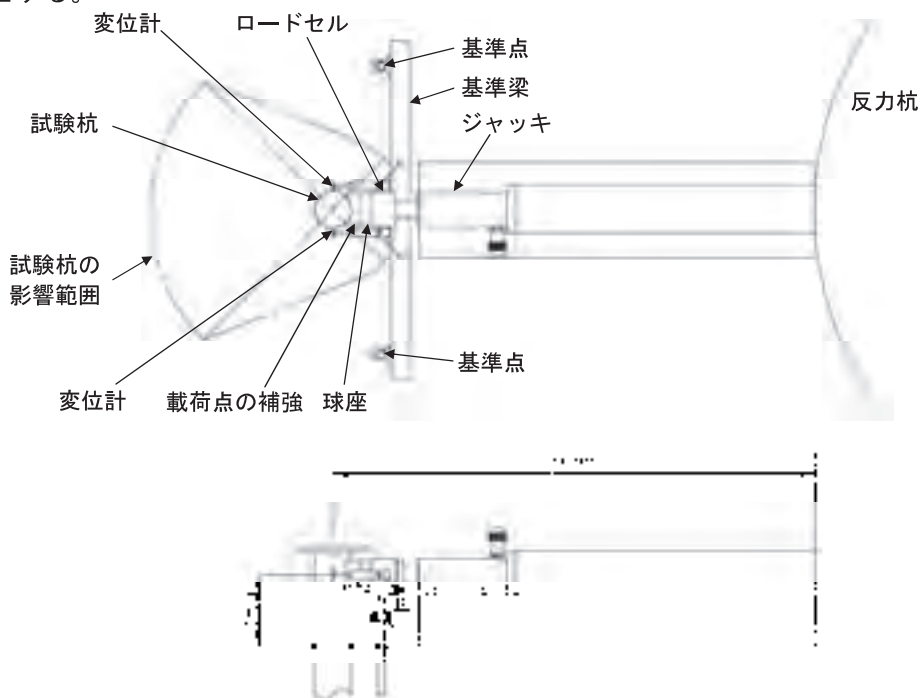


図 4. 水平載荷装置概要図

7. 測定項目と計測機器の構成・仕様

(1) 時間

下記に示す計測を行い、結果を記録する。

- 1) 各荷重段階の荷重保持時間
- 2) 荷重の増減過程
- 3) 試験開始から終了までの時間

(2) 荷重

荷重計の仕様を表 4 に示す。

表 4. 荷重計仕様

型式	種類	測定範囲 kN	メーカー名
LC-10TH88	センターホール式ロードセル	0～20	日計電測

(3) 載荷点の変位量

変位計の仕様を表 5 に示す。

表 5. 変位計仕様

型式	種類	測定範囲 mm	メーカー名
CDP-50	ひずみゲージ式変位計	0～50	東京測器研究所

(4) 記録計

記録計の仕様を表 6 に示す。

表 6. 記録計仕様

型式	種類	メーカー名
TDS-303	データロガー	東京測器研究所
TDS-7130	静的計測ソフトウェア	東京測器研究所

(5) 周辺地盤の状況

試験中に試験地盤のひび割れや崩れなどの変化が生じた場合は状況を記録する。

8. 載荷方法

(1) 載荷パターン

載荷パターンは、一方向載荷とする。

(2) 載荷方式

載荷は、段階載荷として、下記条件のもと最大荷重を計測するまで実施する。

・ 段階数 : 8 段階

8 段階で最大荷重に達しないときは、最大荷重を計測するまで連続載荷を行う事とする。

・ 載荷速度 : 【荷重増加時】 1 段階あたり 1min 程度

・ 荷重保持時間 : 【荷重増加時】 3 分

各段階の保持荷重を表 7 に示す。

表 7. 各段階の保持荷重

試験杭番号	計画最大荷重 (kN)	保持荷重 (kN)
$\phi 76 \times 1000$	4	0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4
$\phi 76 \times 1300$	8	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8
$\phi 76 \times 1600$	16	2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16

9. 測定時期

各荷重段階に到達後の測定時期は、1 分間隔とする。

荷重保持時間中に変位速度が大きくなったときや、一定荷重の保持が困難になり荷重が低下する場合は、測定間隔を短くして測定値の連続性を確保する。

10. 結果の整理方法

最大荷重値は、水平抵抗が最大となったときの荷重とする。

時間-荷重、荷重-変位の関係を図示し整理する。

参考2:杭の載荷試験成績書(13-0270)

- 参考 2-1～2-18 押込み載荷試験(C-4)
(施工条件:C-3、計画最大荷重:40kN)
- 参考 2-19～2-25 卷末資料1 : 試験計画書
押込み載荷試験(C-4)
- 参考 2-26～2-28 卷末資料2 : SWS試験による地盤調査結果

試 験 成 績 書

依頼者 住 所	千葉県流山市東初石 6-183-1
会社名又は団体名	サンコーテクノ株式会社
責 任 者 名	代表取締役社長 洞下 英人
依頼試験の名称	杭の載荷試験

平成 25 年 4 月 1 日付契約した依頼試験について、一般財団法人ベターリビング
つくば建築試験研究センターにおいて試験を実施した結果は本試験成績書のと
おりである。

平成 25 年 6 月 7 日

東京都千代田区富士見 2 丁目 7 番 2 号
ミテージビルディング

一般財団法人 ベターリビング

理事長 那 珂 正



1. 試験の目的

本試験は、サンコーテック株式会社より依頼のあった「杭の載荷試験（品名：ディー・アーススクリー）」について試験を行い、杭の支持特性を把握することを目的とする。

2. 施工試験

2.1 試験体の寸法・形状

試験体は、螺旋状の羽根を有し、先端が尖った鋼管杭である。試験体の形状・寸法等を図 2.1 に、試験体設置状況を図 2.2 に、試験体の仕様を表 2.1 に示す。なお、反力杭の仕様は、3.2 節で後述する。

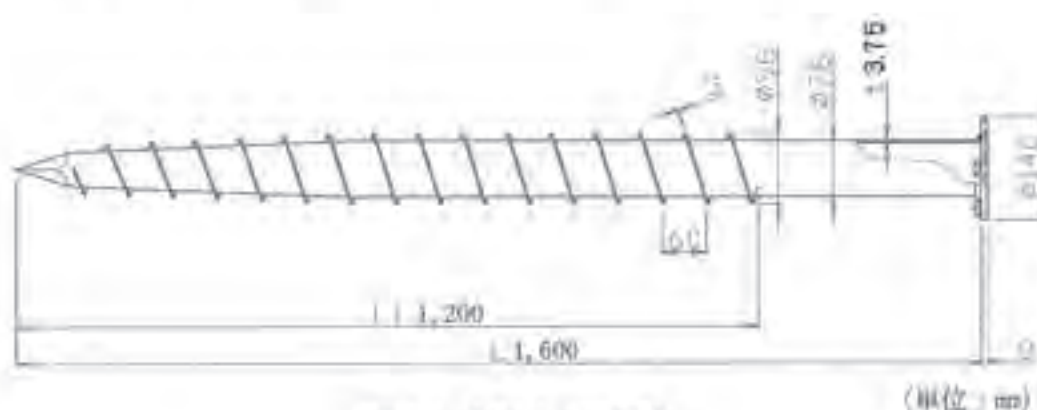


図 2.1 試験体の形状※1

※1：巻末資料 1 試験計画書（依頼者提出資料）より引用・一部加筆

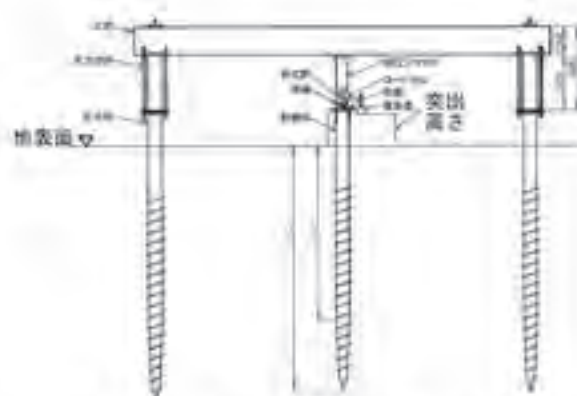


図 2.2 試験体設置状況（押込み載荷の例）※2

※2：巻末資料 2 スウェーデンサウンディング試験（SWS 試験）による地盤調査結果（依頼者提出資料）より引用・一部加筆

表 2.1 試験体の仕様^{※2}

試験体番号	仕様				試験体数 (体)	載荷方向	載荷制度	載荷方式
	全長 L (mm)	スパイラル長: L _s (mm)	突出高さ LT (mm)	本体厚み: t (mm)				
C-1	1000	800	200	3.8	3	押し	恒重 ^{※4}	既設式一方向載荷
C-2	1300	1000	300	3.75				
C-3	1600	1200	400	3.75				

※3:「地盤工学会基準 杭の鉛直載荷試験方法・同解説(地盤工学会 2002 年)」に準拠したもの

2.2 地盤条件

試験体施工場所（茨城県つくば市立原2番地）における土質柱状図を図2.3に示す。図2.3より、試験体の先端部分（地表面-1.4m）付近は、地表面-1.9m以浅の埋土層（粘性土主体）に位置する。

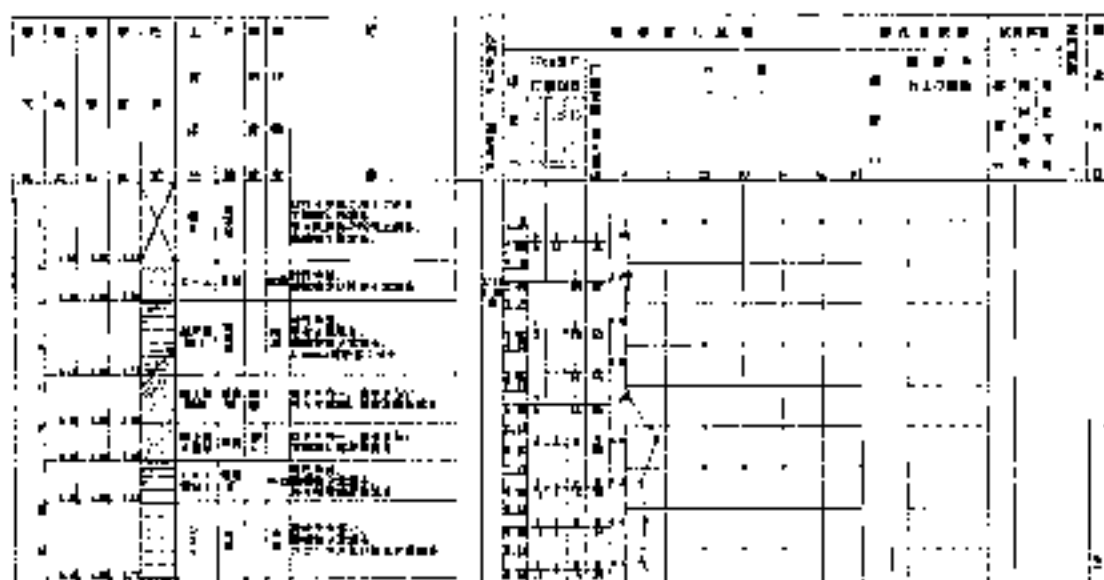


図 2.3 土質柱状図

2.3 施工方法

施工方法は、回転トルクによりディー・アーススクリューを埋設させる回転貫入工法（工法名称：ダイレクトアース工法）である。

(1) 施工機材

試験体の施工機材の仕様を表 2.2 に示す。また、施工機材の設置状況を写真 2.1 に示す。

表 2.2 施工機材の仕様

名称	ディー・アースドライバー
型式	DES-2000J
電源・電圧	単相交流 100V (50/60Hz) 21A 回
消費電力	2000W
回転数	高速 10rpm / 低速 4rpm
外形寸法	本体：(L)480×(W)370×(H)650mm 反力棒：φ120×1670(伸延時 2740mm)
質量	21kg



写真 2.1 施工機材設置状況

(2) 施工手順

施工手順を以下に示す（依頼者提出資料より抜粋）。

【施工手順】

① プレボーリング

ハンマードリルを用いてプレボーリングを行う。ハンマードリルの外径は、40mm とし、掘削深さは、試験体施工深さと同じとする。

② 杭の回転貫入

杭及び施工機材を設置し、杭を回転させながら、地盤中に貫入する。

2.4 施工管理項目

施工時の管理項目、管理方法、管理値を表 2.3 に示す。

表 2.3 管理項目一覧

施工工程	管理項目	管理方法	管理値等
プレボーリング	ドリルビットの径	検尺による。	40mm 以下であること
回転貫入	鋼管の突出高さ	検尺により地表面からの突出高さを測定する。	施工結果を記録すること
	鋼管の傾斜	傾斜計により直角 2 方向の傾斜角を測定する。	5° 以下であること

2.5 施工結果

試験杭の施工は、各管理項目を所定の管理方法により管理していることを確認した。施工試験結果概要を表2.4に、試験体設置精度一覧を表2.5に示す。また、施工状況写真を写真2.2及び写真2.3に、示す。

表 2.4 施工試験結果概要一覧

施工工程	管理項目	管理方法	管理値等	確認結果
プレボーリング	ドリルビットの径	検尺による。	40mm 以下であること	40mm 以下であった。
回転貫入	鋼管の突出長	検尺により地表面からの突出長を測定する。	施工結果を記録すること	施工結果を記録した。
	鋼管の傾斜	傾斜計により直角 2 方向の傾斜角を測定する。	5° 以下であること	5° 以下であった。

表 2.5 試験体設置精度

試験体番号	試験体設置精度			突出長 (mm)
	傾斜角 (°)			
	東西方向	南北方向	最大	
C-4	0.86	0.23	0.89	207



写真 2.2 試験体



写真 2.3 打ち止め完了状況

3. 観音試験

3.1 試験杭

試験杭は、「2. 施工試験」に使用された杭である。

3.2 反力杭の仕様

反力杭の仕様を表 3.1 に示す。

表 3.1 反力杭仕様

施工方法	仕様			突出高さ (mm)	本数 (本)
	全長：L (mm)	スパイラル長：L1 (mm)	本体厚み：t (mm)		
ダイレクト アース工法	1,600	1,200	3,75	200	4

3.3 配置

試験実施場所における試験杭、反力杭の配置を図 3.1 に示す。

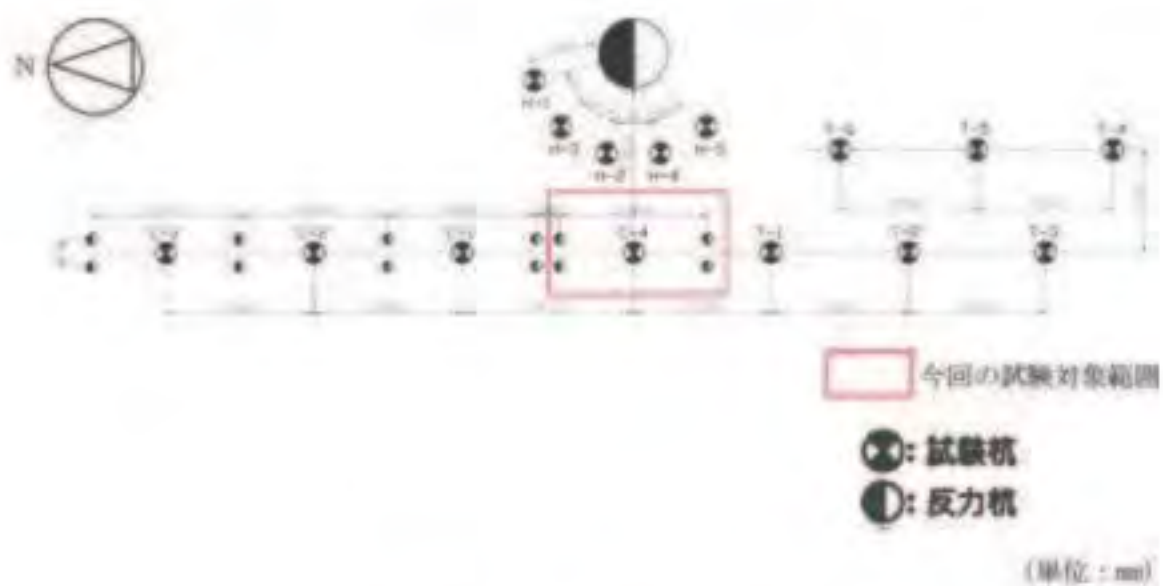


図 3.1 試験杭および反力杭の配置

3.4 載荷方法

試験体の載荷方式、条件を表 3.2 に示す。載荷荷重と計測時間の関係例を図 3.2 に示す。

表 3.2 載荷条件一覧

試験体番号	載荷方向	載荷位置	載荷方式	載荷荷重 段階数	計測最大 荷重 (kN)	荷重保持 時間 (min)	測定間隔 (min)
C-4	押し	標準 ^{※3}	段階式一方向載荷	8	40	30	1

※3：「地盤工学会基準 杭の鉛直載荷試験方法・同解説（地盤工学会 2002 年）」に準拠したもの

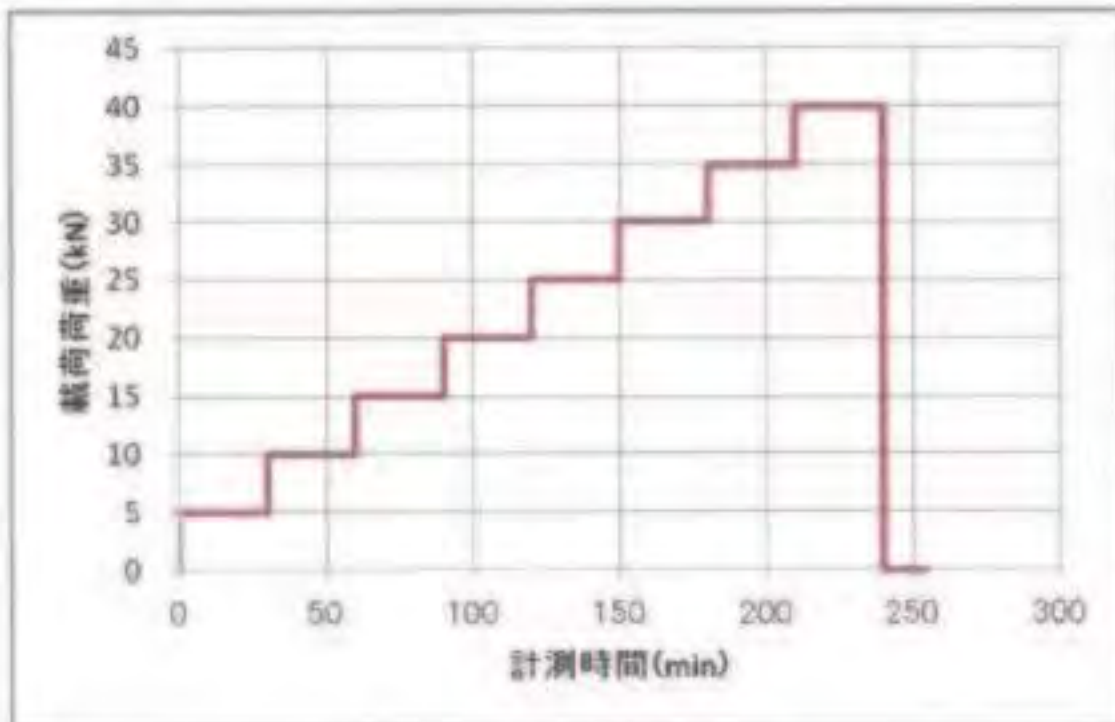


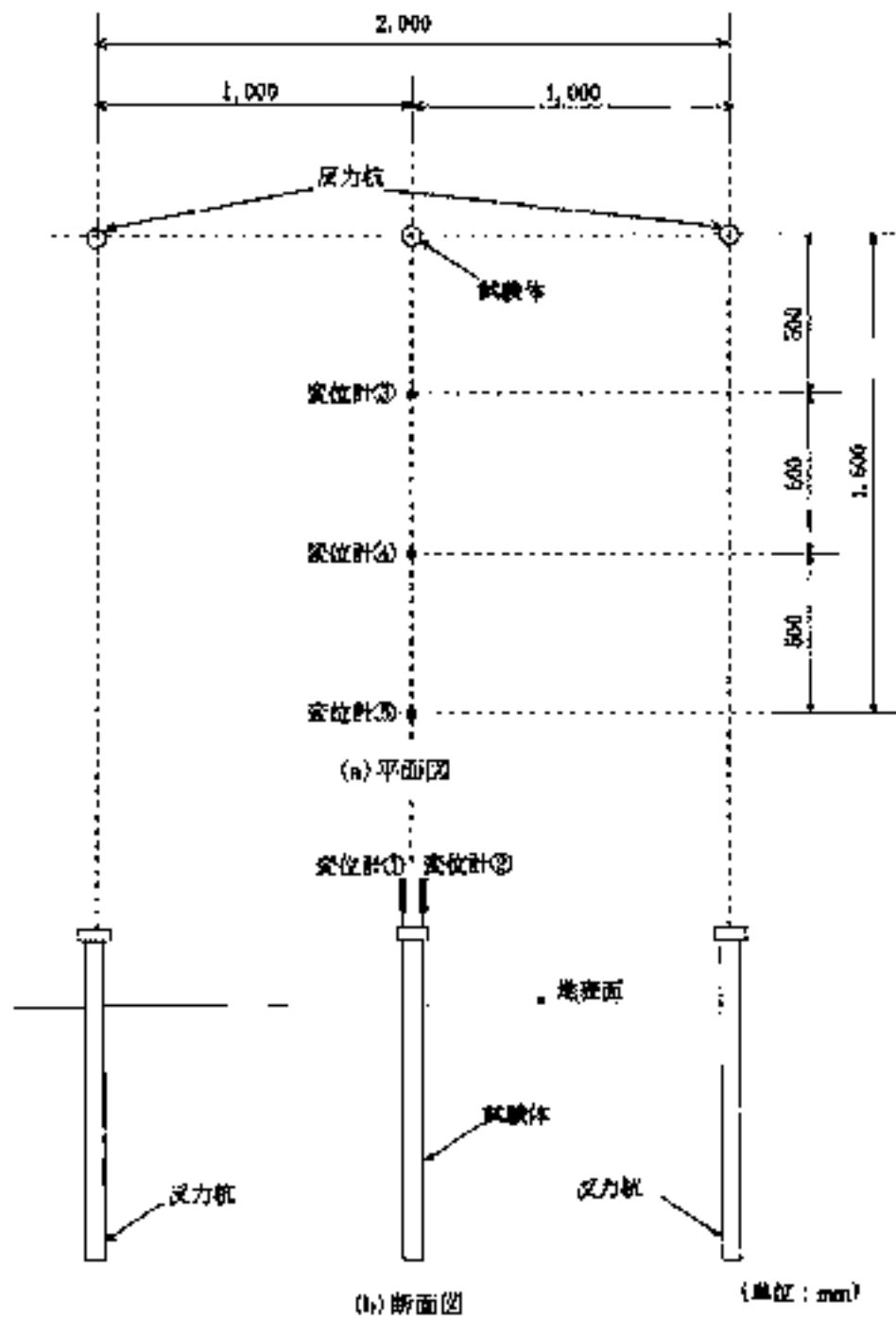
図 3.2 載荷荷重－計測時間関係

3.5 計測項目

計測項目および計測器一覧を表 3.3 に、変位計設置位置を図 3.3 に、それぞれ示す。また、試験装置設置状況を写真 3.1 から写真 3.4 に示す。

表 3.3 計測項目および計測器一覧

載荷方向	計測項目		計測器	点数	備考
押し込み	試験体	載荷荷重	ロードセル (LC-10TBS8)	1	容量：100kN
		杭頭部鉛直変位 (図 3.3①、②)	ひずみゲージ式 変位計 (CDP-50)	2	—
	地表面	鉛直変位 (図 3.3③～⑤)	ひずみゲージ式 変位計 (CDP-50)	3	試験杭からの離間距離 500、1000、1500mm に 1箇所ずつ設置



変位計 No.	測定箇所—測定方向	変位計型式
①、②	試験体頂部—鉛直方向	CDP-50
③、④、⑤	地表面—鉛直方向	CDP-60

図 3.3 変位計設置位置図

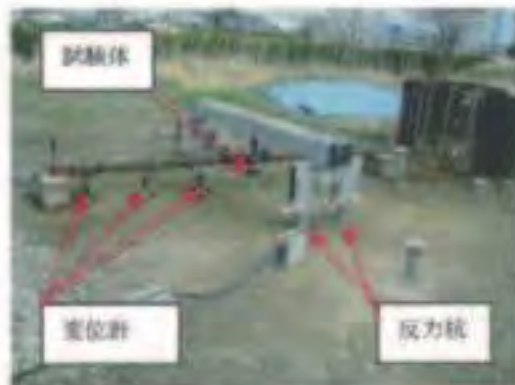


写真 3.1 試験装置の全景

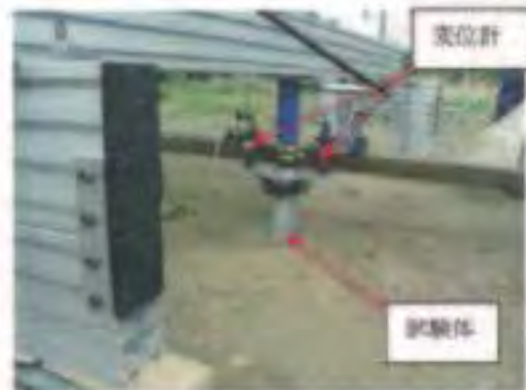


写真 3.2 杭頭部の変位計設置状況



写真 3.3 地表面における変位計設置状況



写真 3.4 杭頭沈下最大時 (65mm) における地表面の状態

3.6. 載荷試験の結果

試験結果を表3.4に示す。表3.4における試験最大荷重とは、所定の時間まで荷重保持が可能であった載荷荷重の最大値とした。載荷荷重と杭頭変位の関係及び地表面変位分布を図3.4及び図3.5に示す。また、載荷荷重と計測時間の関係を図3.6に示す。

なお、図3.4には、試験結果の比較のためディー・アーススクリューを用いた既往の載荷試験結果（試験成績書 第12-5340号 杭の載荷試験（試験体番号：C-1、C-2、C-3））についても合わせて示す。参考として、これらの試験結果一覧を表3.5に、試験体の仕様を表3.6に示す。

表3.4 試験結果一覧

試験体番号	試験体設置精度				試験日	試験最大荷重 (kN)	試験最大荷重時の変位 (mm)
	傾斜角 (°)			突出長 (mm)			
	東西方向	南北方向	最大				
C-4	0.66	0.23	0.89	207	2013/4/5	35	12.10

表3.5 既往の載荷試験結果一覧（試験成績書 第12-5340号より）

試験体番号	試験体設置精度				試験日	試験最大荷重 (kN)	試験最大荷重 時の変位 (mm)
	傾斜角 (°)			突出長 (mm)			
	東西方向	南北方向	最大				
C-1	0.11	1.55	1.55	201	2013/3/14	20	3.10
C-2	1.60	0.69	1.75	218	2013/3/13	30	3.42
C-3	0.57	1.66	1.76	200	2013/3/12	28	6.28

表3.6 既往の載荷試験における押込み試験体一覧（試験成績書 第12-5340号より）

試験体番号	仕様			突出高さ (mm)	試験体数 (体)	載荷方向	載荷装置	載荷方式
	全長：L (mm)	スパイラル長：LT (mm)	本体重み：W (mm)					
C-1	1,000	500	3.60	200	1	押入	標準※3	段階式一方向載荷
C-2	1,300	1,000	3.75	300	1			
C-3	1,600	1,300	3.75	400	1			

※3：「地盤工学会基準 杭の鉛直載荷試験方法・同解説（地盤工学会 2002 年）」に準拠したもの

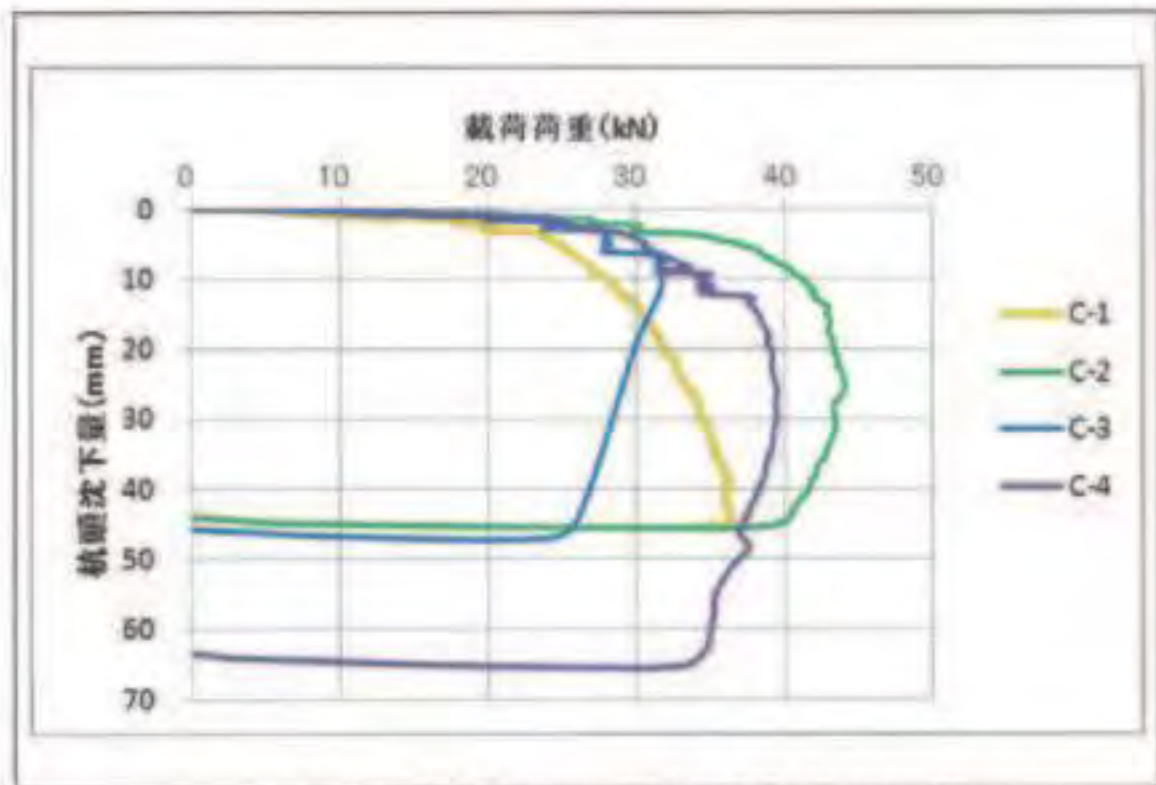


図 3.4 載荷荷重－杭頭沈下量関係図（試験体番号 C-1 から C-4 の比較）

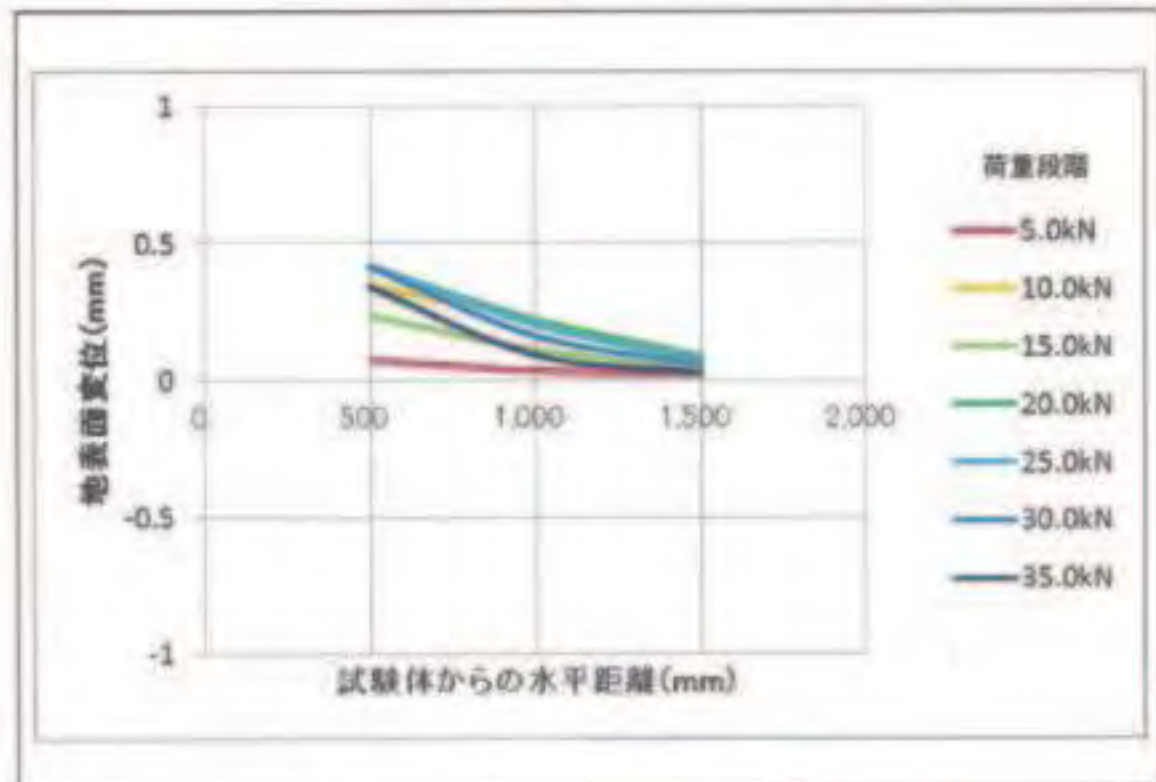


図 3.5 地表面変位分布図（試験体番号 C-4）

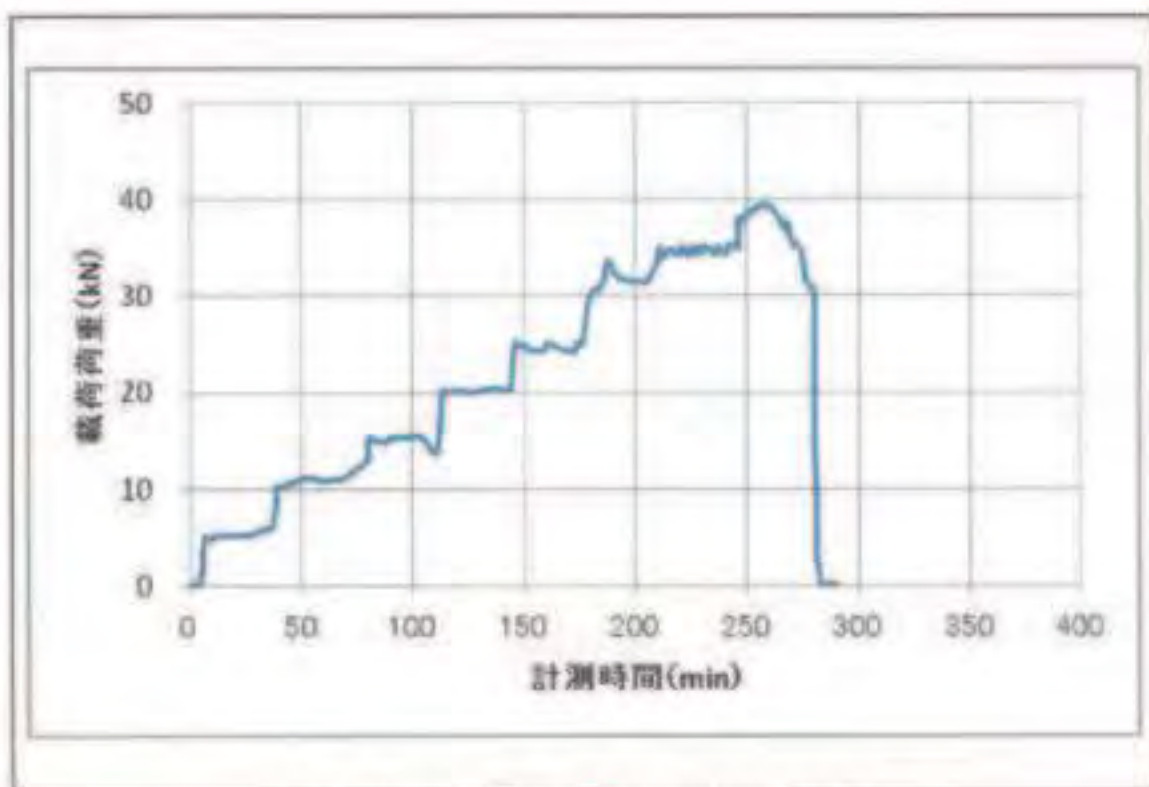


図 3.6 載荷荷重—計測時間關係圖 (試験体番号 C-4)

4. 試験担当者

統括技術管理者	所 長	二木 幹夫
技 術 管 理 者	構造性能試験研究部 部 長	藤本 効
試 験 責 任 者	構造性能試験研究部 主任試験研究役	久世 直哉
試 験 実 施 者	構造性能試験研究部 主任試験研究役	久世 直哉
	構造性能試験研究部 試 験 研 究 員	余川 弘宅

5. 試験実施期間および場所

試験実施期間 平成 25 年 3 月 25 日～平成 26 年 4 月 5 日

試験実施場所 茨城県つくば市立原 2 番地
一般財団法人ベクターリビング つくば建築試験研究センター敷地内

6. 連絡先

一般財団法人ベクターリビング つくば建築試験研究センター
〒306-0802 茨城県つくば市立原 2 番地
TEL 029(864)1745

以上

試 験 計 画 書

件名：ディー・アーススクリー
押込み載荷試験

平成 25 年 4 月 5 日

サンコーテクノ株式会社

技術開発部

1. 試験の目的

本試験は、ダイレクトアース工法によるディー・アーススクリューの押込み性能を把握し、基準鉛直支持力の妥当性を確認する事を目的とする。

2. 試験項目

- (1) スウェーデン式サウンディング試験
- (2) 押込み観荷試験

3. 試験杭

(1) 品名

ディー・アーススクリュー

(2) 仕様

試験杭の形状を図1に、仕様を表1に示す。

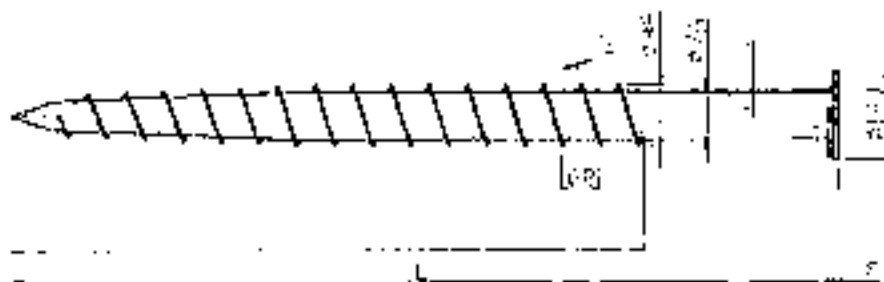


図1. 試験杭の形状

表1. 試験杭の仕様

(単位:mm)

試験杭品番	DES-C76×1600
全長 (L)	1600
スパイラル部長さ (L1)	1200
パイプ厚み (t)	3.75
軸部径	φ16
スパイラル部外径	φ56
スパイラル部ピッチ	60
スパイラル部庫み	3

4. 地盤

(1) 土質 粘性土（盛土含む）

(2) 場所 一般財団法人ベターリビング

つくば環境試験研究センター 敷地内（所在地：茨城県つくば市立保）

5. スウェーデン式サウンディング試験（SWS試験）

(1) 試験機

名称	スウェーデン式サウンディング試験（サーチU-1）電動回転装置
メーカー	有限会社仁平製作所

(2) 仕様

回転軸	
回転数	45 半回転数/分
許容軸トルク	70.6N・m
電動機	
ギヤーモーター	AC100V・200W
載荷装置	
装置基本荷重	250N
載荷装置	重り 125N/個
機体寸法	
1820H×710W×810L（組立時）	
機体重量	
50kg（本体）	



図2. スウェーデン式サウンディング試験装置

(3) 試験条件

試験杭の施工位置にて、根入れ深さ+2mまで計測する。

(4) 試験方法

試験方法 JIS A 1221「スウェーデン式サウンディング試験方法」に準拠

(5) 記録

試験結果は、次の項目を記録する。

- 調査件名
- 試験年月日
- 試験者
- 地点番号
- 試験位置
- 調査実施日の気象情報
- 測定記録 (Nsw、Nsw)
- 目次状況に関する記録
- 換算 N 値（基準深さ毎、平均）
- 静的貫入抵抗（Nsw、換算 N 値、Nsw）の深さ分布

6. 押込み載荷試験

(1) 試験条件

試験杭の根入れ深さと荷重保持時間を要因とした試験条件と計画最大荷重を、表 2 に示す。計画最大荷重は、SWS 試験による換算 N 値 4 の地盤で行った既往の試験結果を基に第 2 限界抵抗力以上の値とする。試験数は各条件に 1 体とする。

表 2. 試験条件と計画最大荷重

載荷 方向	試験杭 品番	根入れ 深さ (mm)	荷重保持 時間 (分)	載荷装置	計画 最大荷重 (kN)
押込み	DES-C76×1600	1400	30	地盤工学会基準	40

(2) 施工方法

試験杭の施工方法概要を以下に示す。

1) 掘出し

施工する位置に印をつける。

2) 先孔施工

先孔径は 40mm とする。先孔の深さは、根入れ深さまでとする。

3) 回転貫入施工（スクリー施工）

試験杭を施工位置に立て、施工機械のアタッチメントを接続する。

施工機械を接続し、スクリー施工を行う。

所定の根入れ深さで施工機械を停止し、スクリー施工を完了する。

(3) 養生期間

養生期間は、既往の試験結果から施工後 1 日以上とする。

(4) 試験杭、受け台、基準点の位置関係

試験杭、受け台、基準点の位置関係を図 3 に示す。試験杭中心から反力杭中心の間隔は 1000mm 以上とする。

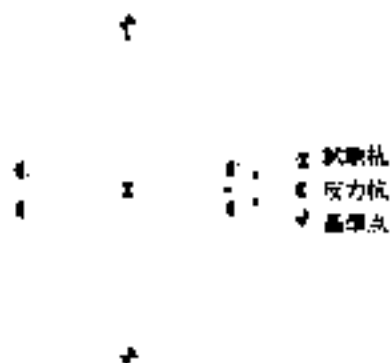


図 3. 押込み載荷試験の試験位置

(5) 試験装置

押込み載荷試験装置概略図を図 4 に示す。押込み載荷は、試験杭の杭頭に設けたフランジの上に台座、球座、ロードセルを設置し油圧ジャッキを使用してスクリーを押し込む。S 反力杭には、ディー・アーススクリー DE5-75×1800 を 4 本用いる。

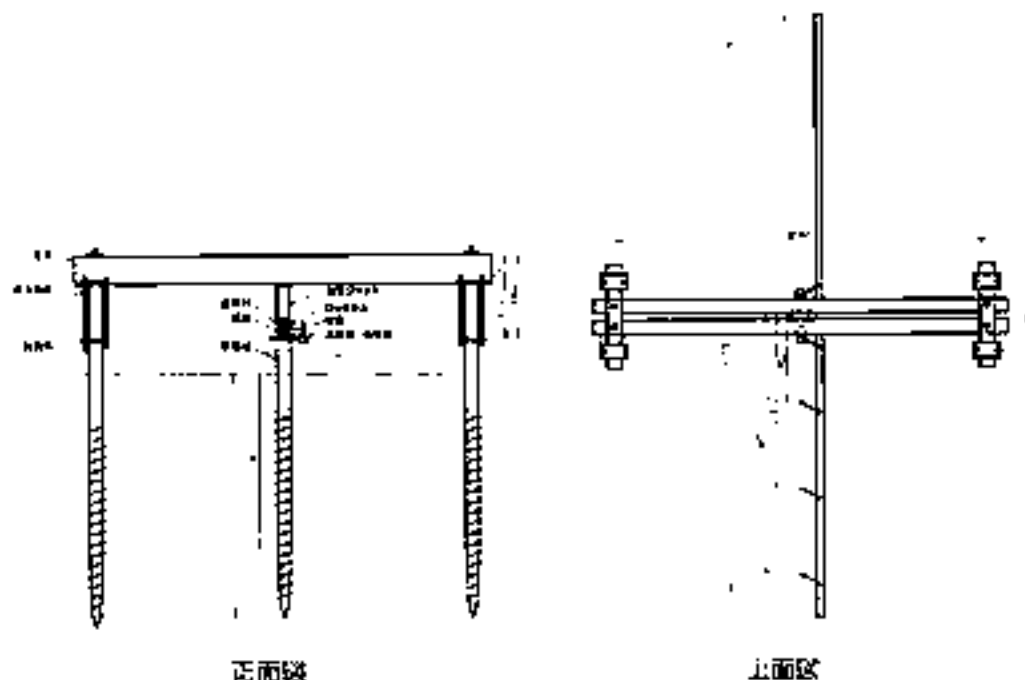


図 4. 押込み試験装置概略図

7. 測定項目と計測機器の構成・仕様

(1) 時間

以下示す計測を実施し、記録する。

- 1) 各荷重段階の荷重保持時間
- 2) 荷重の増減過程
- 3) 試験開始から終了までの時間

(2) 荷重

荷重計の仕様を表3に示す。

表 3. 荷重計仕様

型式	種類	測定範囲 kN	メーカー名
LC-10TH88	センターホール式ロードセル	0～100	日計電測

(3) 変位計

変位計の仕様を表4に示す。

表 4. 変位計仕様

型式	種類	測定範囲 mm	メーカー名
GDP-50	ひずみゲージ式変位計	0～50	東京測器研究所

(4) 記録計

記録計の仕様を表5に示す。

表 5. 記録計仕様

型式	種類	メーカー名
TDS-303	データロガー	東京測器研究所
TDS-7130	静的計測ソフトウェア	東京測器研究所

(5) 周辺地盤の状況

杭中心から 500、1000、1500mm の距離に変位計を設置して地表面の変化を計測する。
試験中に試験地盤のひび割れや崩れなどの変化が生じた場合は状況を記録する。

8. 載荷方法

(1) 載荷パターン

一方向載荷とする。

(2) 載荷方式

載荷は、段階載荷として、下記条件のもと最大荷重を計測するまで実施する。

- ・段階数 : 8 段階
8 段階で最大荷重に達しないときは、最大荷重を計測するまで連続載荷を行う事とする。
- ・載荷速度 : 載荷速度を表 6 に示す。
載荷速度＝計画最大荷重／荷重段階数
- ・荷重保持時間 : 30 分

表 6. 載荷速度

根入れ深さ (mm)	計画最大荷重 (kN)	保持荷重 (kN)	載荷速度 (N/min)
1400	40	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40	5000

9. 測定時期

各荷重段階に到達後の測定時期は、1 分間隔とする。

荷重保持時間中に変位速度が大きくなったときや、一定荷重の保持が困難になり荷重が低下する場合は、測定間隔を短くして測定値の連続性を確保する。

10. 結果の整理方法

最大荷重値は、引抜き抵抗が最大となったときの荷重とする。

各試験杭の荷重-時間、荷重-変位量、根入れ深さと荷重の諸関係曲線を図示する。

スウェーデン式サウンディング試験（SWS試験）による地盤調査結果

1. 試験目的

ディー・アーススクリューを試験杭とした載荷試験を実施するにあたり、施工位置および周辺の地盤状況を把握する事を目的とした。

2. 試験場所

茨城県つくば市立原2（一般財団法人ベターリビング敷地内）

3. 試験者

サンコーテクノ株式会社

技術開発部 PF 開発G 岩淵茂樹、相葉雅史、新井宏文

4. 試験位置、地点番号

SWS試験を行った地点番号を図1に、試験杭の施工条件を表1に示す。図1で、英字と数字を組合せた番号は試験体の設置位置を示しており試験体番号と同一である。また、丸囲み数字の地点は、試験体周辺地盤の調査地点を示している。

今回の調査対象は、地点番号C-4である。

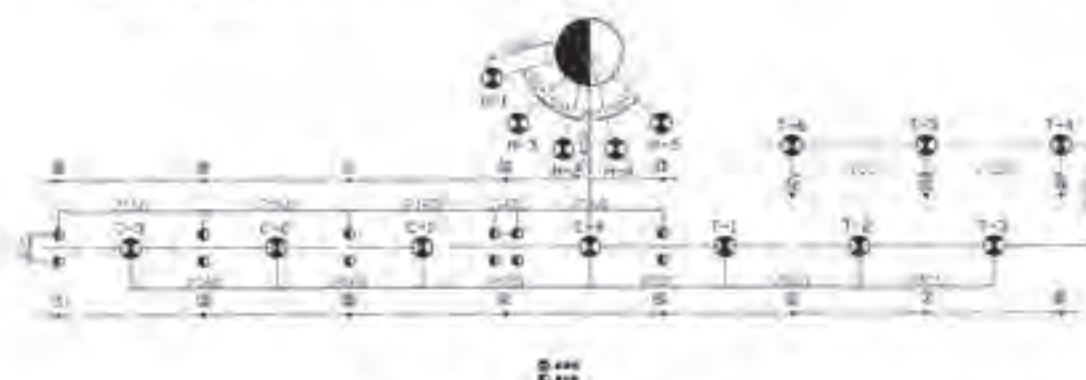


図1. 試験位置関係と地点番号

表1. 試験杭の施工条件

試験体番号	仕様			突出高さ (mm)	加力点 高さ (倍)	試験体数	載荷方向	載荷位置	載荷方式
	全長(L) (mm)	スライドル長(L) (mm)	本体径φ(D) (mm)						
C-4	1600	1200	3.75	200	—	1	押し	端部	段階式・方向載荷

5. 調査実施日の気象情報

試験実施日と気象情報を表 2 に示す。

試験実施日	地点番号	気象情報
2013/3/7	C-4	晴れ(17℃)

6. 測定記録

地点番号：C-4



地点番号：④



地点番号：⑤





一般財団法人

ニセーエーエー