

鉄筋挿入工 引抜き試験  
(再試験)

鉄筋挿入工 適合性試験 報告書

2017年6月30日

〇〇開発株式会社  
〇〇建設株式会社

## 1 試験の概要

工事名 :鉄筋挿入工 引抜き試験

工事場所 :石川県金沢市黒田 1-35

工事期間 :2017年6月1日 ~ 2017年6月30日

施工会社 :〇〇開発株式会社

施工管理責任者 :五大 七朗

補強材施工会社 :〇〇建設株式会社

工事目的 :地層ごとの極限周面摩擦抵抗力を求め、設計で採用されている $\tau_p$ 値の妥当性を確認するために行う。

適用基準/参考文献 :「地山補強土工法 設計・施工マニュアル」(公社)地盤工学会 平成23年8月  
「土工施工管理要領」東・中・西日本高速道路(株) 平成28年8月  
「切土補強土工法設計・施工要領」東・中・西日本高速道路(株) 平成19年1月

## 2 定着部の試験条件

定着部の構築 : グラウトによる地盤との付着を定着部長のみとするために、あらかじめ定着部長と非定着部長との間にパッカーを設置し、セメントミルク用およびパッカー用のポリエチレンパイプを取り付ける。

グラウト方法 : 削孔完了後、補強材を孔に挿入し注入を行う。その後、パッカーをベントナイト泥水等で膨らませ布パッカーから非定着部長の水洗いをを行い注入完了とした。

グラウト材 : 早強セメント : 水  
(比率) (1 : 0.5)

配合表

項目	規格名	1 m <sup>3</sup> 当り配合	1 バッチ当り配合
セメント (kg)	早強セメント	1230.0	200.0
水 (リットル)		615.0	100.0
混和剤 (リットル)	レオビルド 4000	24.6	4.0
減水剤 (リットル)			

### 3 施工方法

#### 3.1 削孔機械

本施工の削孔機械は、ボーリングマシン(軽量型)で施工した。

#### 3.2 作業手順

##### (1) 試験位置の確認

監督員と協議し、試験位置を取り決めた。

##### (2) 足場仮設

必要に応じて足場を仮設する。

##### (3) 削孔

削孔機を削孔位置にセットし削孔した。

##### (4) 補強材の加工

補強材に、布パッカー、ホース類を加工図に従って取り付け加工した。

##### (5) 補強材の挿入

加工された補強材を孔内に挿入し、孔口から余長が出るようにした。

##### (6) 注入

所定配合のグラウト材を補強材に取り付けた注入パイプから送り、口元から送ったものと同じ程度の濃度のグラウト材がオーバーフローしたことを確認した後、パッカーを膨らませパッカー部分上部のミルクをホースで洗い流した。

##### (7) 養生

所定の強度が発現するまで養生した。

## 4 試験装置の組み立て

### 4.1 ジャッキのセット

油圧ジャッキをテンションバーに取り付けた。

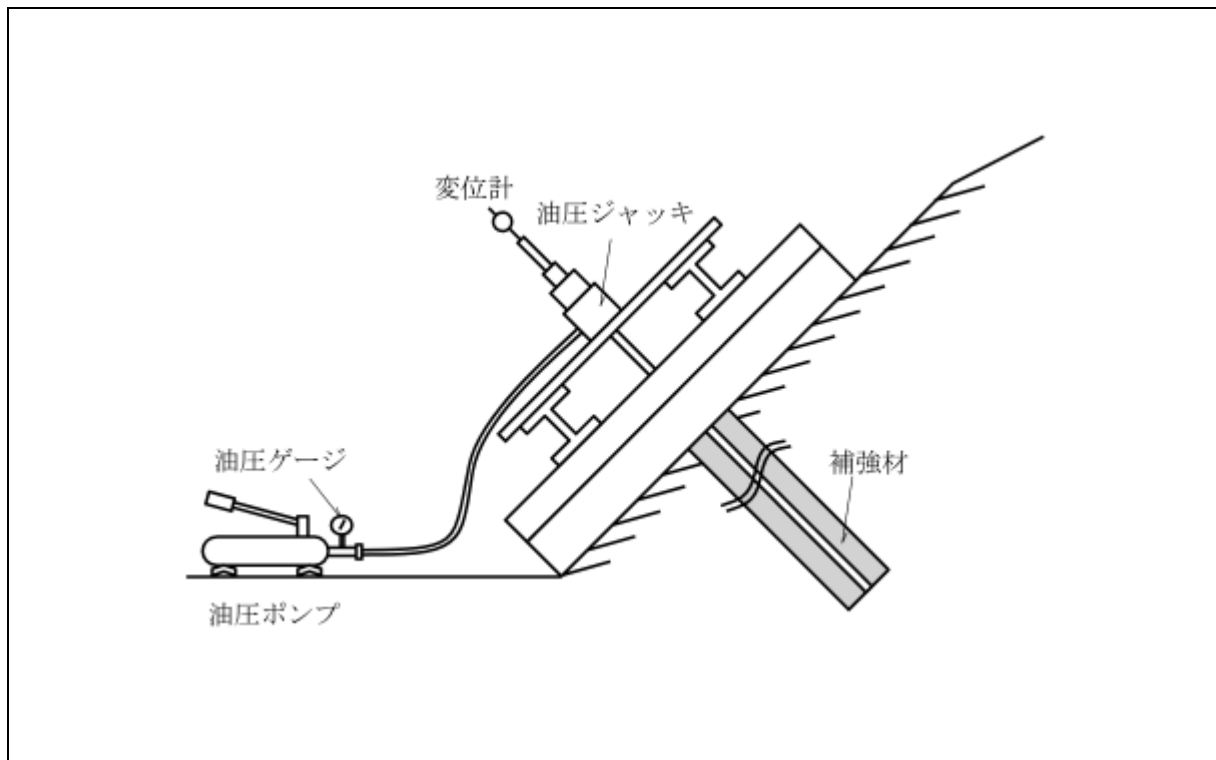
### 4.2 測定器の取り付け

ジャッキの前に固定点を設け、この固定点にダイヤルゲージ、またはこれに代わる変位計を取り付け、補強材の伸び量を測定できるようにした。

### 4.3 油圧器の調整

油圧ポンプの配管をジャッキに取り付け、初期荷重に相当する荷重を予備載荷し、ジャッキの固定状態やオイル漏れの有無を確認し、変位計の調整と零点の読み取りを行った。

#### 【ジャッキの略図】



## 5 載荷計画

### 5.1 地層1の載荷計画

設計では、地質調査結果に基づき、地山と注入材の周面摩擦抵抗 ( $\tau_p$ ) を  $0.800 \text{ N/mm}^2$  と推定している。本試験では、この値を確認できる試験方法を計画する。

#### (1) 計画最大荷重

定着部長を  $0.900 \text{ m}$ 、極限周面摩擦抵抗(推定値)を  $0.800 \text{ N/mm}^2$ 、削孔径を  $65 \text{ mm}$ 、とすれば、地山と注入材の極限引拔力 ( $T_{pa}$ ) は、下式により決定される。

$$\begin{aligned}\text{地山と注入材の極限引拔力} &= \text{定着部長} \times \text{極限周面摩擦抵抗} \times \text{円周率} \times \text{削孔径} \\ &= 0.900 \times 1000 \times 0.800 \times \pi \times 65 \times \frac{1}{1000} \\ &= 147.03 \text{ (kN/本)}\end{aligned}$$

ここで、補強材と注入材の極限引拔力 ( $T_{ca}$ ) 以下であることを確認する。

$$\begin{aligned}\text{補強材と注入材の極限引拔力} &= \text{定着部長} \times \text{極限付着応力} \times \text{円周率} \times \text{補強材公称直径} \\ &= 0.900 \times 1000 \times 2.40 \times \pi \times 25.4 \times \frac{1}{1000} \\ &= 172.36 \text{ (kN/本)} \geq T_{pa} \quad \dots \quad \text{OK}\end{aligned}$$

計画最大荷重 ( $T_p$ ) は、設計に用いた周面摩擦抵抗値から逆算した極限引拔力より、大きめの荷重とするが、試験の安全性を確保するため、補強材降伏荷重の  $0.9$  倍以下にしなければならない。試験用の補強材としてネジ節棒鋼(SD345) D25 を採用する。その降伏荷重は  $174.00 \text{ kN}$  であるため、計画最大荷重は次式で算出される値(補強材の許容荷重)以下でなければならない。(極限引拔力  $\leq$  計画最大荷重  $\leq$  補強材の許容荷重)

$$\begin{aligned}\text{補強材の許容荷重} &= 174.00 \text{ (kN)} \times 0.9 \\ &= 156.60 \text{ (kN/本)}\end{aligned}$$

よって、計画最大荷重は  $150.00 \text{ kN/本}$  とした。

#### (2) 初期荷重

初期荷重は、 $5.0 \text{ kN}$  または計画最大荷重の  $0.1$  倍程度とされている。

$$\begin{aligned}\text{初期荷重} &= 150.00 \text{ (kN)} \times 0.1 \\ &= 15.00 \text{ (kN)}\end{aligned}$$

よって、現場の状況を考慮した上、初期荷重は  $5.00 \text{ kN/本}$  とした。

(3) 試験荷重

<<計画最大荷重試験>>

初期荷重	5.00 (kN)
最大試験荷重	150.00 (kN)
荷重増分	10.00 (kN)
試験荷重	5.00 ⇔ 15.00 ⇔ 25.00 ⇔ 35.00 ⇔ 45.00 ⇔ 55.00 ⇔ 65.00 ⇔ 75.00 ⇔ 85.00 ⇔ 95.00 ⇔ 105.00 ⇔ 115.00 ⇔ 125.00 ⇔ 135.00 ⇔ 145.00 ⇔ 150.00 (kN)
サイクル	8 (サイクル)

## 5.2 地層 2 の荷重計画

設計では、地質調査結果に基づき、地山と注入材の周面摩擦抵抗 ( $\tau_p$ ) を  $0.480 \text{ N/mm}^2$  と推定している。本試験では、この値を確認できる試験方法を計画する。

### (1) 計画最大荷重

定着部長を  $0.500 \text{ m}$ 、極限周面摩擦抵抗(推定値)を  $0.480 \text{ N/mm}^2$ 、削孔径を  $65 \text{ mm}$ 、とすれば、地山と注入材の極限引拔力 ( $T_{pa}$ ) は、下式により決定される。

$$\begin{aligned}\text{地山と注入材の極限引拔力} &= \text{定着部長} \times \text{極限周面摩擦抵抗} \times \text{円周率} \times \text{削孔径} \\ &= 0.500 \times 1000 \times 0.480 \times \pi \times 65 \times \frac{1}{1000} \\ &= 49.01 \text{ (kN/本)}\end{aligned}$$

ここで、補強材と注入材の極限引拔力 ( $T_{ca}$ ) 以下であることを確認する。

$$\begin{aligned}\text{補強材と注入材の極限引拔力} &= \text{定着部長} \times \text{極限付着応力} \times \text{円周率} \times \text{補強材公称直径} \\ &= 0.500 \times 1000 \times 2.40 \times \pi \times 19.1 \times \frac{1}{1000} \\ &= 72.01 \text{ (kN/本)} \geq T_{pa} \quad \dots \quad \text{OK}\end{aligned}$$

計画最大荷重 ( $T_p$ ) は、設計に用いた周面摩擦抵抗値から逆算した極限引拔力より、大きめの荷重とするが、試験の安全性を確保するため、補強材降伏荷重の  $0.9$  倍以下にしなければならない。試験用の補強材としてネジ節棒鋼(SD345) D19 を採用する。その降伏荷重は  $98.00 \text{ kN}$  であるため、計画最大荷重は次式で算出される値(補強材の許容荷重)以下でなければならない。(極限引拔力  $\leq$  計画最大荷重  $\leq$  補強材の許容荷重)

$$\begin{aligned}\text{補強材の許容荷重} &= 98.00 \text{ (kN)} \times 0.9 \\ &= 88.20 \text{ (kN/本)}\end{aligned}$$

よって、計画最大荷重は  $50.00 \text{ kN/本}$  とした。

### (2) 初期荷重

初期荷重は、 $5.0 \text{ kN}$  または計画最大荷重の  $0.1$  倍程度とされている。

$$\begin{aligned}\text{初期荷重} &= 50.00 \text{ (kN)} \times 0.1 \\ &= 5.00 \text{ (kN)}\end{aligned}$$

よって、現場の状況を考慮した上、初期荷重は  $5.00 \text{ kN/本}$  とした。



(3) 試験荷重

<<計画最大荷重試験>>

初期荷重	5.00 (kN)
最大試験荷重	50.00 (kN)
荷重増分	5.00 (kN)
試験荷重	5.00 ⇔ 10.00 ⇔ 15.00 ⇔ 20.00 ⇔ 25.00 ⇔ 30.00 ⇔ 35.00 ⇔ 40.00 ⇔ 45.00 ⇔ 50.00 (kN)
サイクル	5 (サイクル)

### 5.3 地層3の載荷計画

設計では、地質調査結果に基づき、地山と注入材の周面摩擦抵抗 ( $\tau_p$ ) を  $0.250 \text{ N/mm}^2$  と推定している。本試験では、この値を確認できる試験方法を計画する。

#### (1) 計画最大荷重

定着部長を  $1.000 \text{ m}$ 、極限周面摩擦抵抗(推定値)を  $0.250 \text{ N/mm}^2$ 、削孔径を  $90 \text{ mm}$ 、とすれば、地山と注入材の極限引拔力 ( $T_{pa}$ ) は、下式により決定される。

$$\begin{aligned} \text{地山と注入材の極限引拔力} &= \text{定着部長} \times \text{極限周面摩擦抵抗} \times \text{円周率} \times \text{削孔径} \\ &= 1.000 \times 1000 \times 0.250 \times \pi \times 90 \times \frac{1}{1000} \\ &= 70.69 \text{ (kN/本)} \end{aligned}$$

ここで、補強材と注入材の極限引拔力 ( $T_{ca}$ ) 以下であることを確認する。

$$\begin{aligned} \text{補強材と注入材の極限引拔力} &= \text{定着部長} \times \text{極限付着応力} \times \text{円周率} \times \text{補強材公称直径} \\ &= 1.000 \times 1000 \times 2.40 \times \pi \times 28.6 \times \frac{1}{1000} \\ &= 215.64 \text{ (kN/本)} \geq T_{pa} \quad \dots \quad \text{OK} \end{aligned}$$

計画最大荷重 ( $T_p$ ) は、設計に用いた周面摩擦抵抗値から逆算した極限引拔力より、大きめの荷重とするが、試験の安全性を確保するため、補強材降伏荷重の  $0.9$  倍以下にしなければならない。試験用の補強材としてネジ節棒鋼(SD345) D29 を採用する。その降伏荷重は  $221.00 \text{ kN}$  であるため、計画最大荷重は次式で算出される値(補強材の許容荷重)以下でなければならない。(極限引拔力  $\leq$  計画最大荷重  $\leq$  補強材の許容荷重)

$$\begin{aligned} \text{補強材の許容荷重} &= 221.00 \text{ (kN)} \times 0.9 \\ &= 198.90 \text{ (kN/本)} \end{aligned}$$

よって、計画最大荷重は  $74.29 \text{ kN/本}$  とした。

#### (2) 初期荷重

初期荷重は、 $5.0 \text{ kN}$  または計画最大荷重の  $0.1$  倍程度とされている。

$$\begin{aligned} \text{初期荷重} &= 74.29 \text{ (kN)} \times 0.1 \\ &= 7.43 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

よって、現場の状況を考慮した上、初期荷重は  $7.43 \text{ kN/本}$  とした。

(3) 試験荷重

<<計画最大荷重試験>>

初期荷重	7.43 (kN)
最大試験荷重	74.29 (kN)
荷重増分	7.43 (kN)
試験荷重	7.43 ⇔ 14.86 ⇔ 22.29 ⇔ 29.72 ⇔ 37.15 ⇔ 44.57 ⇔ 52.00 ⇔ 59.43 ⇔ 66.86 ⇔ 74.29 (kN)
サイクル	5 (サイクル)

<<予備試験>>

初期荷重	7.43 (kN)
極限引抜力	165.99 (kN)
荷重増分	7.43 (kN)
試験荷重	7.43 ⇔ 14.86 ⇔ 29.72 ⇔ 44.57 ⇔ 59.43 ⇔ 74.29 ⇔ 89.15 ⇔ 104.01 ⇔ 118.86 ⇔ 133.72 ⇔ 148.58 ⇔ 157.25 ⇔ 165.99 (kN)
サイクル	1 (サイクル)

## 6 試験結果の整理

測定データは経過時間・載荷重・補強材頭部の変位量である。変位については、ダイヤルゲージなどの測定器を使用し、読み値から初期値を差し引き、実際の変位量を求め、これらの結果を整理しデータシートを作成した。試験データは、「変位量-荷重曲線図」、「塑性・弾性変位量-荷重曲線図」に分けて整理した。

## 7 試験結果

### 7.1 地層1の試験条件

補強材種別	ネジ節棒鋼(SD345) D25
補強材の単位質量	3.98 (kg/m)
補強材の公称直径	25.4 (mm)
補強材の公称断面積	506.7 (mm <sup>2</sup> )
補強材の降伏荷重	174.00 (kN)
許容荷重[0.9・降伏荷重]	156.60 (kN)

削孔径	65 (mm)
初期荷重	5.00 (kN)
計画最大荷重	150.00 (kN)

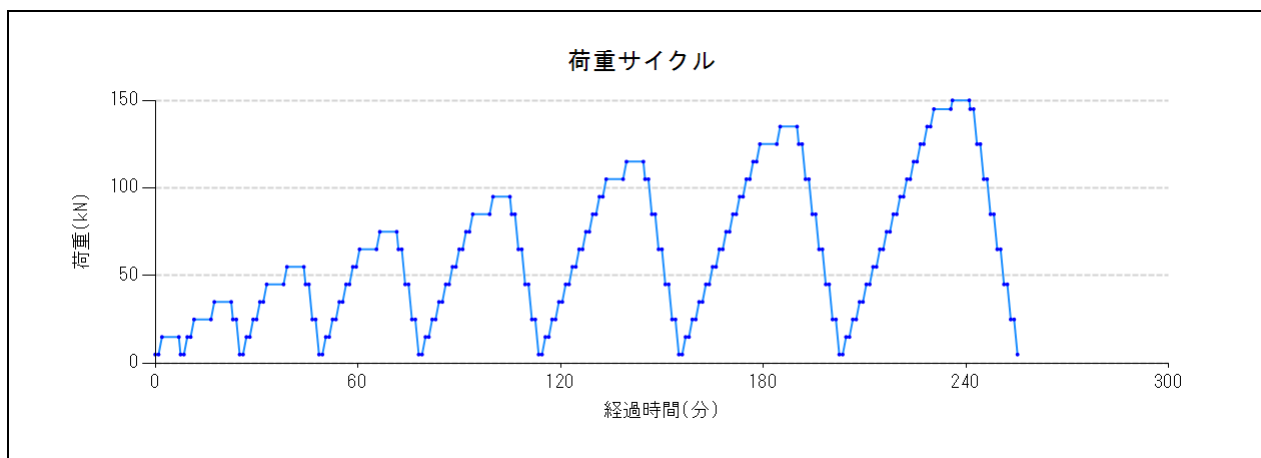
#### 補強材長さ

試験孔番	テンションバー長 (m)	非定着部長 (m)	定着部長 (m)	全長 (m)
No.1	0.500	3.600	0.900	5.000
No.2	0.500	3.100	0.900	4.500
No.3	0.500	2.600	0.900	4.000

### 7.1.1 試験孔番(No.1)

#### (1) 試験計画

8 サイクルの荷重をかけて試験を行う。



#### (2) 試験荷重

<<計画最大荷重試験>>

初期荷重 5.00 (kN)

最大試験荷重 150.00 (kN)

荷重増分 10.00 (kN)

試験荷重 5.00 ⇔ 15.00 ⇔ 25.00 ⇔ 35.00 ⇔ 45.00 ⇔ 55.00 ⇔ 65.00 ⇔ 75.00 ⇔ 85.00 ⇔ 95.00  
⇔ 105.00 ⇔ 115.00 ⇔ 125.00 ⇔ 135.00 ⇔ 145.00 ⇔ 150.00 (kN)

サイクル 8 (サイクル)

#### (3) 荷重増減時の載荷速度

増荷時 10.0 (kN/分)

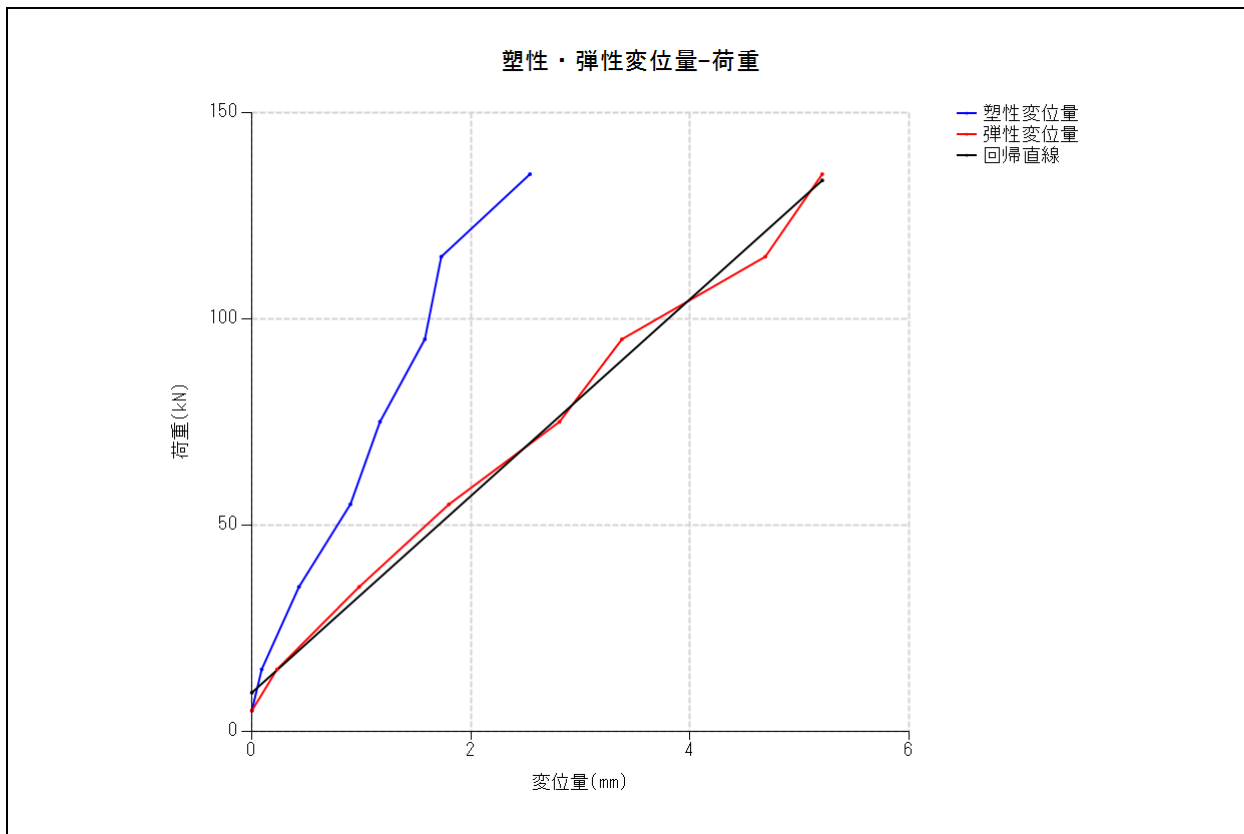
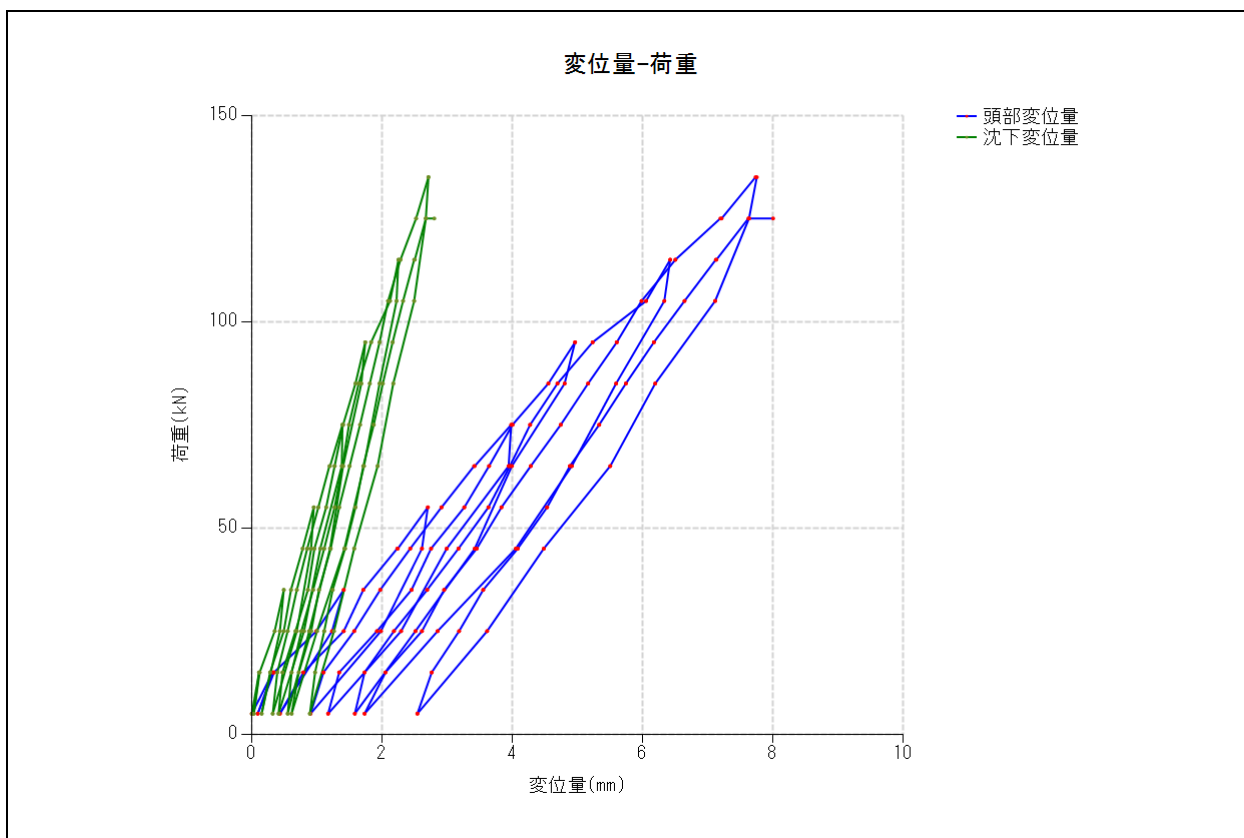
減荷時 20.0 (kN/分)

(4) 荷重保持時間

新規荷重段階	計測時期 (分後)				
1 サイクル	0	5			
2 サイクル	0	5			
3 サイクル	0	5			
4 サイクル	0	5			
5 サイクル	0	5			
6 サイクル	0	5			
7 サイクル	0	5			
8 サイクル	0	5			

履歴内荷重	計測時期 (分後)				
増荷時	0	1			
減荷時	0	1			

(5) 補強材頭部の変位量





(6) 極限引抜力および極限周面摩擦抵抗

極限引抜力 (Tmax) は、「変位量－荷重曲線図」もしくは、「塑性・弾性変位量－荷重曲線図」の勾配が急激に変化した時点の荷重値とする。計画最大荷重まで載荷しても極限状態に達しない場合には、計画最大荷重を極限引抜力とみなす。

したがって、「塑性・弾性変位量－荷重曲線図」の関係線が直線関係からずればじめる時の荷重を、極限引抜力と判定した。

よって、本試験での極限引抜力は 125.00 kN と判定した。

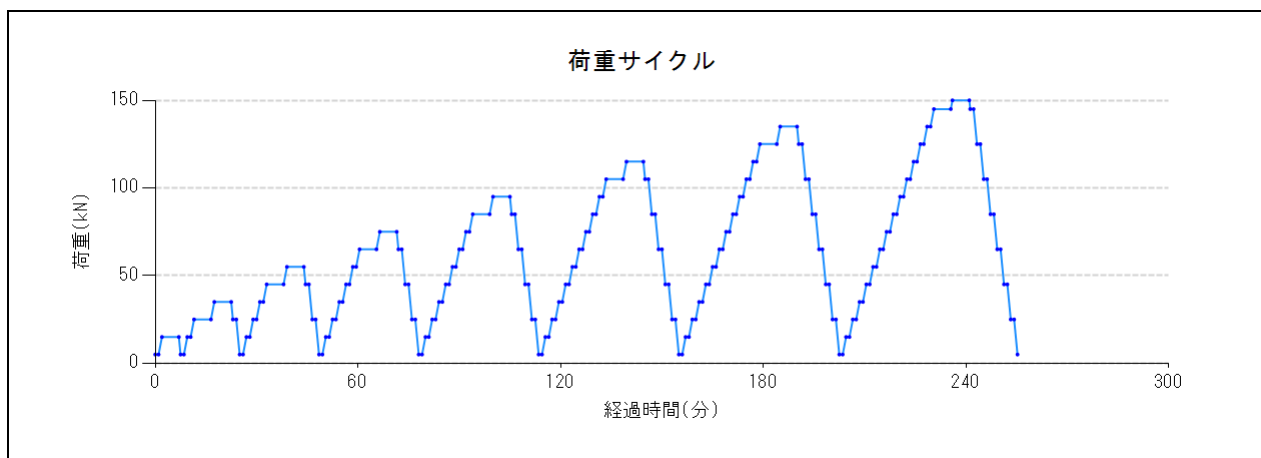
また、極限周面摩擦抵抗は、次の通り計算される。

$$\begin{aligned} \text{極限周面摩擦抵抗} &= \frac{\text{極限引抜力}}{\text{円周率} \times \text{削孔径} \times \text{定着部長}} \\ &= \frac{125.00 \times 1000}{\pi \times 65 \times 0.900 \times 1000} \\ &= 0.680 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

## 7.1.2 試験孔番(No.2)

### (1) 試験計画

8 サイクルの荷重をかけて試験を行う。



### (2) 試験荷重

<<計画最大荷重試験>>

初期荷重 5.00 (kN)

最大試験荷重 150.00 (kN)

荷重増分 10.00 (kN)

試験荷重 5.00 ⇔ 15.00 ⇔ 25.00 ⇔ 35.00 ⇔ 45.00 ⇔ 55.00 ⇔ 65.00 ⇔ 75.00 ⇔ 85.00 ⇔ 95.00  
⇔ 105.00 ⇔ 115.00 ⇔ 125.00 ⇔ 135.00 ⇔ 145.00 ⇔ 150.00 (kN)

サイクル 8 (サイクル)

### (3) 荷重増減時の載荷速度

増荷時 10.0 (kN/分)

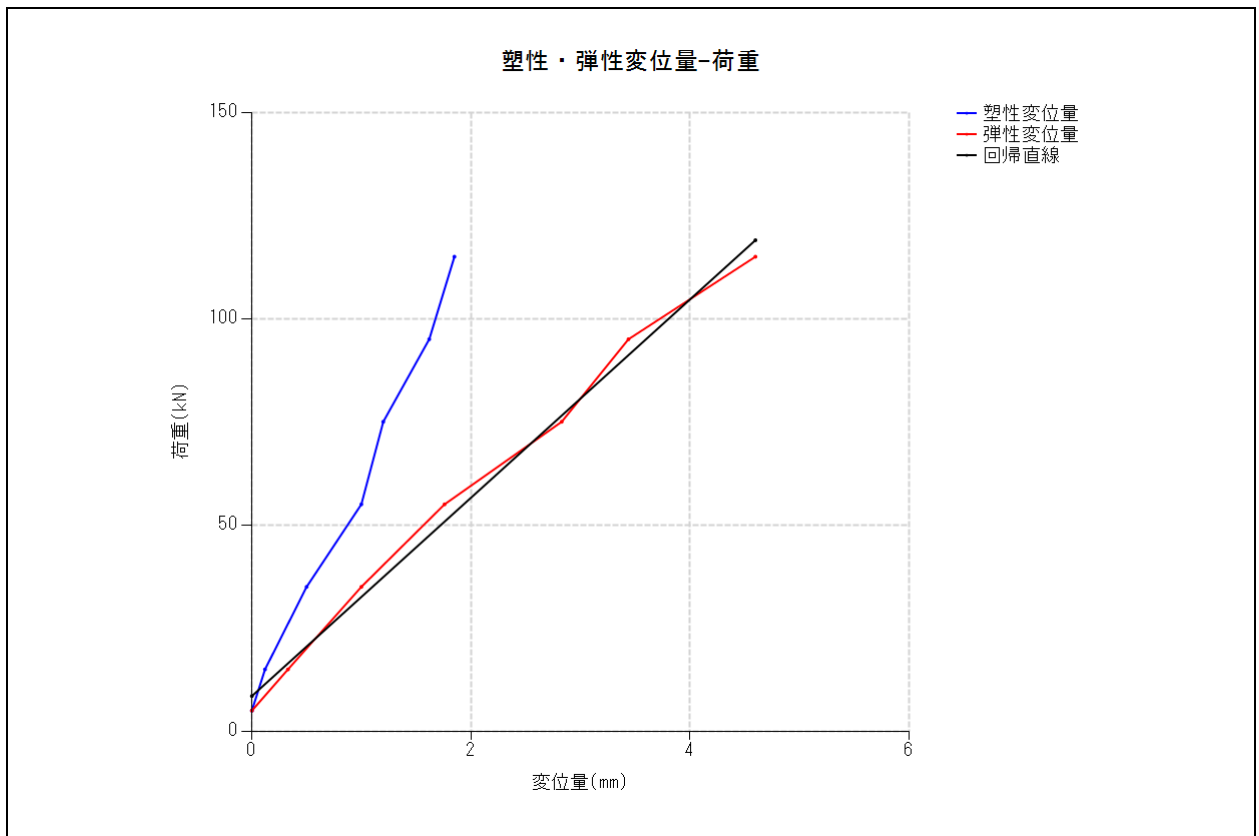
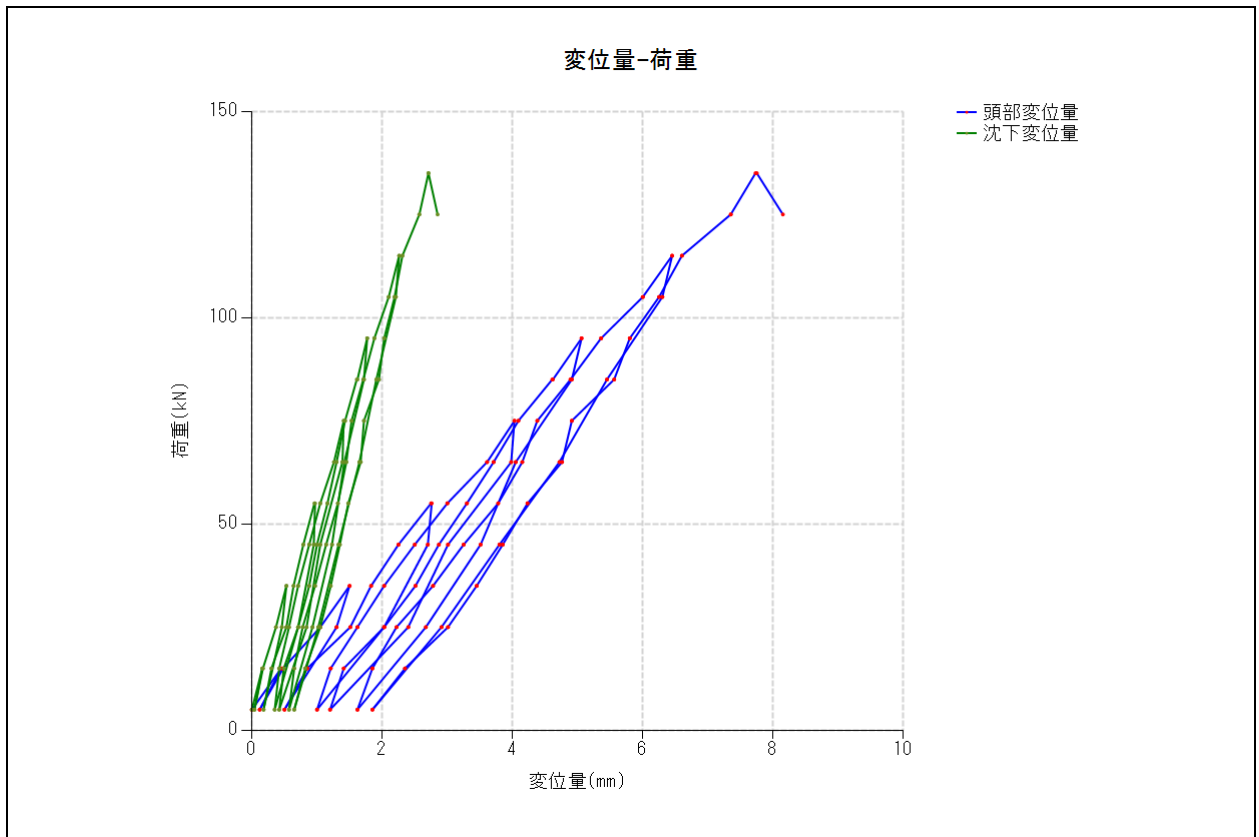
減荷時 20.0 (kN/分)

(4) 荷重保持時間

新規荷重段階	計測時期 (分後)				
1 サイクル	0	5			
2 サイクル	0	5			
3 サイクル	0	5			
4 サイクル	0	5			
5 サイクル	0	5			
6 サイクル	0	5			
7 サイクル	0	5			
8 サイクル	0	5			

履歴内荷重	計測時期 (分後)				
増荷時	0	1			
減荷時	0	1			

(5) 補強材頭部の変位量



(6) 極限引抜き力および極限周面摩擦抵抗

極限引抜き力 (Tmax) は、「変位量－荷重曲線図」もしくは、「塑性・弾性変位量－荷重曲線図」の勾配が急激に変化した時点の荷重値とする。計画最大荷重まで載荷しても極限状態に達しない場合には、計画最大荷重を極限引抜き力とみなす。

したがって、「塑性・弾性変位量－荷重曲線図」の関係線が直線関係からずればじめる時の荷重を、極限引抜き力と判定した。

よって、本試験での極限引抜き力は 135.00 kN と判定した。

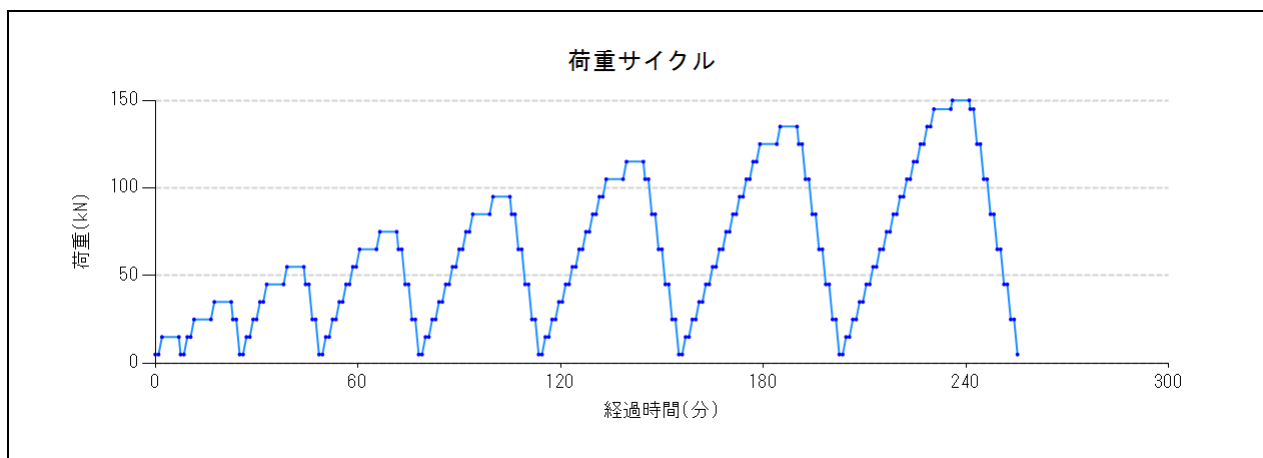
また、極限周面摩擦抵抗は、次の通り計算される。

$$\begin{aligned} \text{極限周面摩擦抵抗} &= \frac{\text{極限引抜き力}}{\text{円周率} \times \text{削孔径} \times \text{定着部長}} \\ &= \frac{135.00 \times 1000}{\pi \times 65 \times 0.900 \times 1000} \\ &= 0.735 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

### 7.1.3 試験孔番(No.3)

#### (1) 試験計画

8 サイクルの荷重をかけて試験を行う。



#### (2) 試験荷重

<<計画最大荷重試験>>

初期荷重 5.00 (kN)

最大試験荷重 150.00 (kN)

荷重増分 10.00 (kN)

試験荷重 5.00 ⇔ 15.00 ⇔ 25.00 ⇔ 35.00 ⇔ 45.00 ⇔ 55.00 ⇔ 65.00 ⇔ 75.00 ⇔ 85.00 ⇔ 95.00  
⇔ 105.00 ⇔ 115.00 ⇔ 125.00 ⇔ 135.00 ⇔ 145.00 ⇔ 150.00 (kN)

サイクル 8 (サイクル)

#### (3) 荷重増減時の載荷速度

増荷時 10.0 (kN/分)

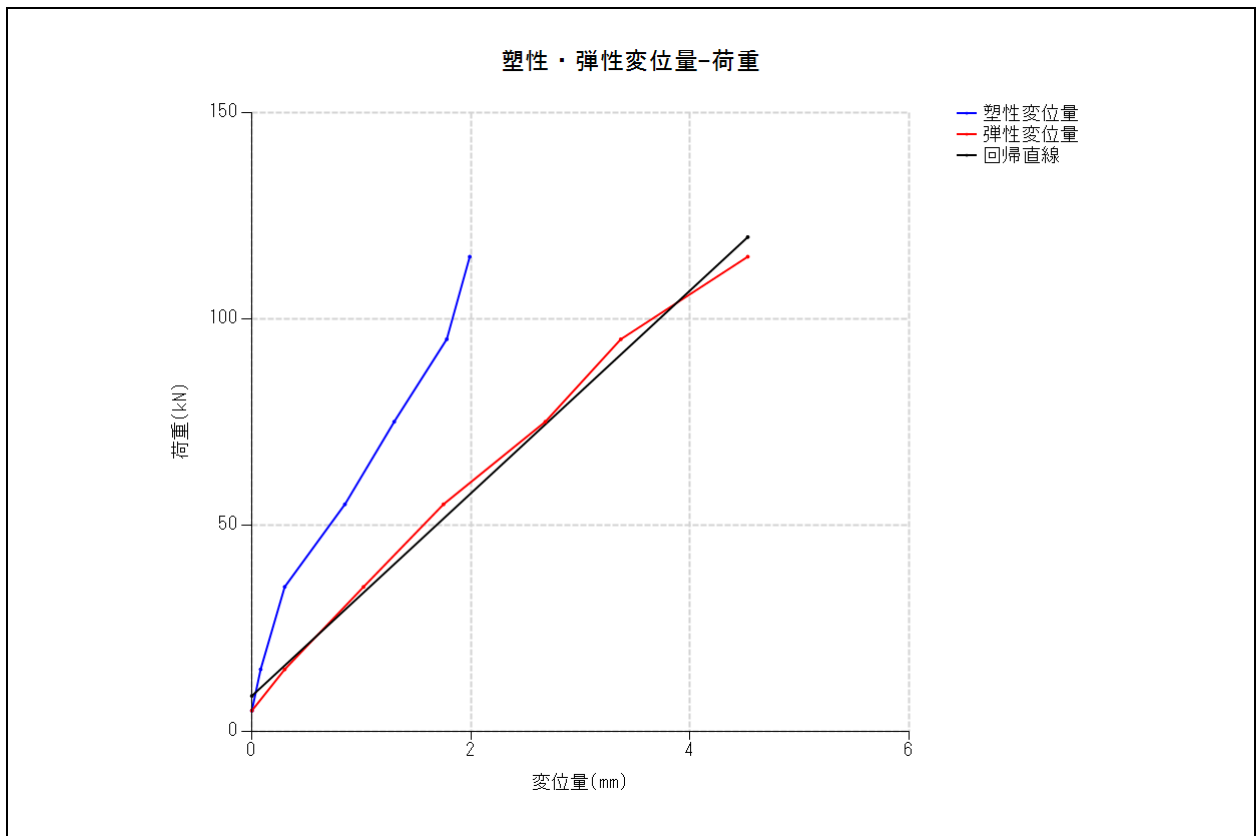
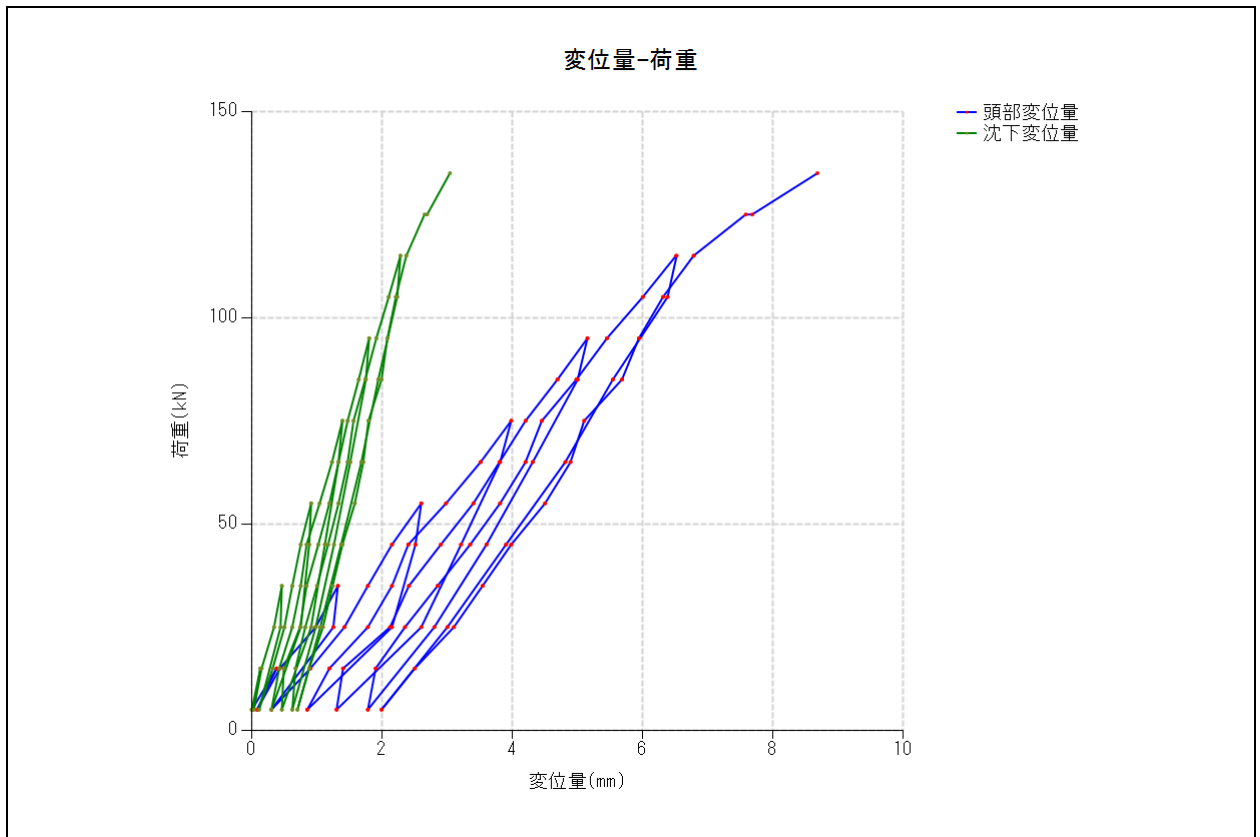
減荷時 20.0 (kN/分)

(4) 荷重保持時間

新規荷重段階	計測時期 (分後)				
1 サイクル	0	5			
2 サイクル	0	5			
3 サイクル	0	5			
4 サイクル	0	5			
5 サイクル	0	5			
6 サイクル	0	5			
7 サイクル	0	5			
8 サイクル	0	5			

履歴内荷重	計測時期 (分後)				
増荷時	0	1			
減荷時	0	1			

(5) 補強材頭部の変位量





(6) 極限引抜力および極限周面摩擦抵抗

極限引抜力 (Tmax) は、「変位量－荷重曲線図」もしくは、「塑性・弾性変位量－荷重曲線図」の勾配が急激に変化した時点の荷重値とする。計画最大荷重まで載荷しても極限状態に達しない場合には、計画最大荷重を極限引抜力とみなす。

したがって、「塑性・弾性変位量－荷重曲線図」の関係線が直線関係からずればじめる時の荷重を、極限引抜力と判定した。

よって、本試験での極限引抜力は 130.00 kN と判定した。

また、極限周面摩擦抵抗は、次の通り計算される。

$$\begin{aligned} \text{極限周面摩擦抵抗} &= \frac{\text{極限引抜力}}{\text{円周率} \times \text{削孔径} \times \text{定着部長}} \\ &= \frac{130.00 \times 1000}{\pi \times 65 \times 0.900 \times 1000} \\ &= 0.707 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

## 7.2 地層 2 の試験条件

補強材種別	ネジ節棒鋼(SD345) D19
補強材の単位質量	2.25 (kg/m)
補強材の公称直径	19.1 (mm)
補強材の公称断面積	286.5 (mm <sup>2</sup> )
補強材の降伏荷重	98.00 (kN)
許容荷重[0.9・降伏荷重]	88.20 (kN)

削孔径	65 (mm)
初期荷重	5.00 (kN)
計画最大荷重	50.00 (kN)

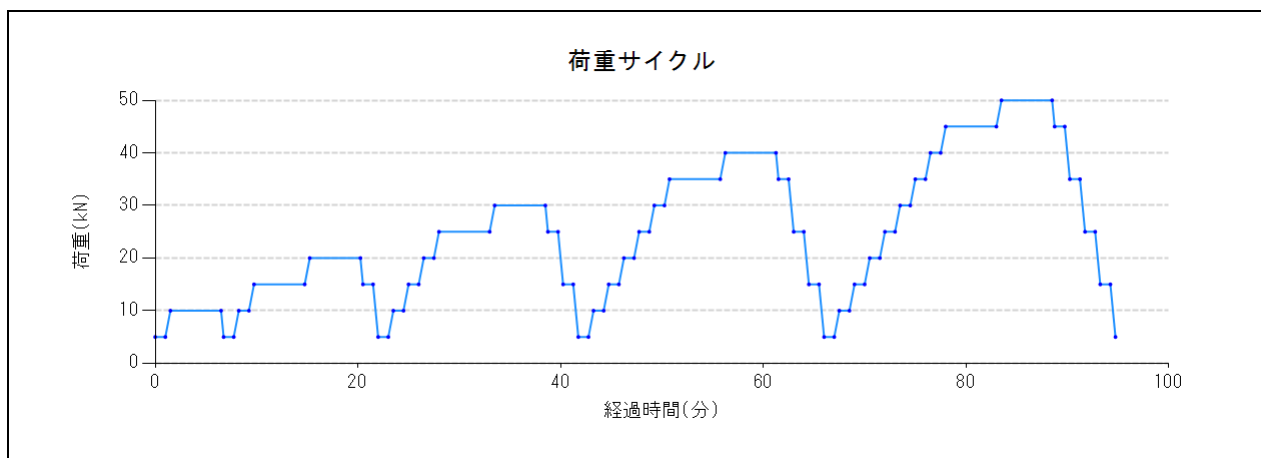
### 補強材長さ

試験孔番	テンションバー長 (m)	非定着部長 (m)	定着部長 (m)	全長 (m)
No.4	0.500	2.500	0.500	3.500
No.5	0.500	2.000	0.500	3.000

## 7.2.1 試験孔番(No.4)

### (1) 試験計画

5 サイクルの荷重をかけて試験を行う。



### (2) 試験荷重

<<計画最大荷重試験>>

初期荷重 5.00 (kN)

最大試験荷重 50.00 (kN)

荷重増分 5.00 (kN)

試験荷重 5.00 ⇔ 10.00 ⇔ 15.00 ⇔ 20.00 ⇔ 25.00 ⇔ 30.00 ⇔ 35.00 ⇔ 40.00 ⇔ 45.00 ⇔ 50.00 (kN)

サイクル 5 (サイクル)

### (3) 荷重増減時の載荷速度

増荷時 10.0 (kN/分)

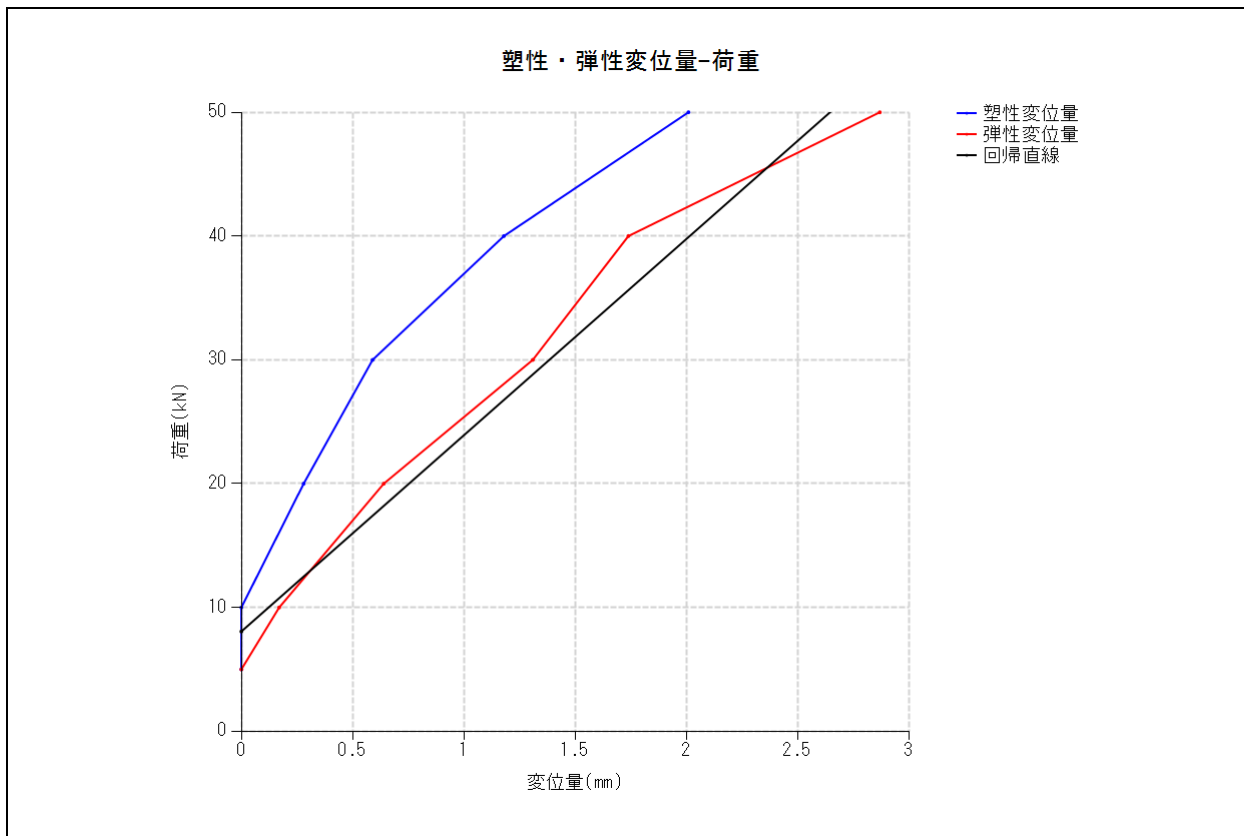
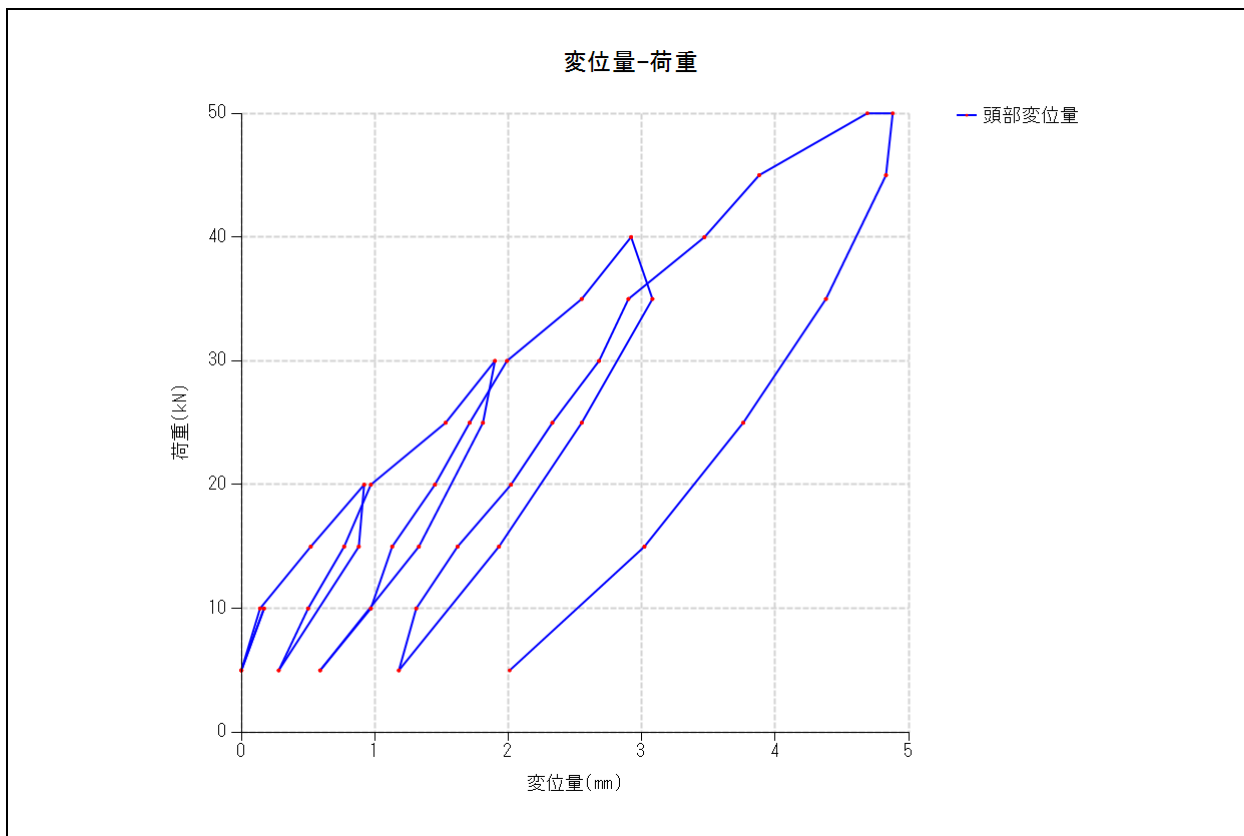
減荷時 20.0 (kN/分)

(4) 荷重保持時間

新規荷重段階	計測時期 (分後)				
1 サイクル	0	5			
2 サイクル	0	5			
3 サイクル	0	5			
4 サイクル	0	5			
5 サイクル	0	5			

履歴内荷重	計測時期 (分後)				
増荷時	0	1			
減荷時	0	1			

(5) 補強材頭部の変位量



(6) 極限引抜力および極限周面摩擦抵抗

極限引抜力 (Tmax) は、「変位量－荷重曲線図」もしくは、「塑性・弾性変位量－荷重曲線図」の勾配が急激に変化した時点の荷重値とする。計画最大荷重まで載荷しても極限状態に達しない場合には、計画最大荷重を極限引抜力とみなす。

したがって、「塑性・弾性変位量－荷重曲線図」の関係線が直線関係からずれはじめる時の荷重を、極限引抜力と判定した。

よって、本試験での極限引抜力は 50.00 kN と判定した。

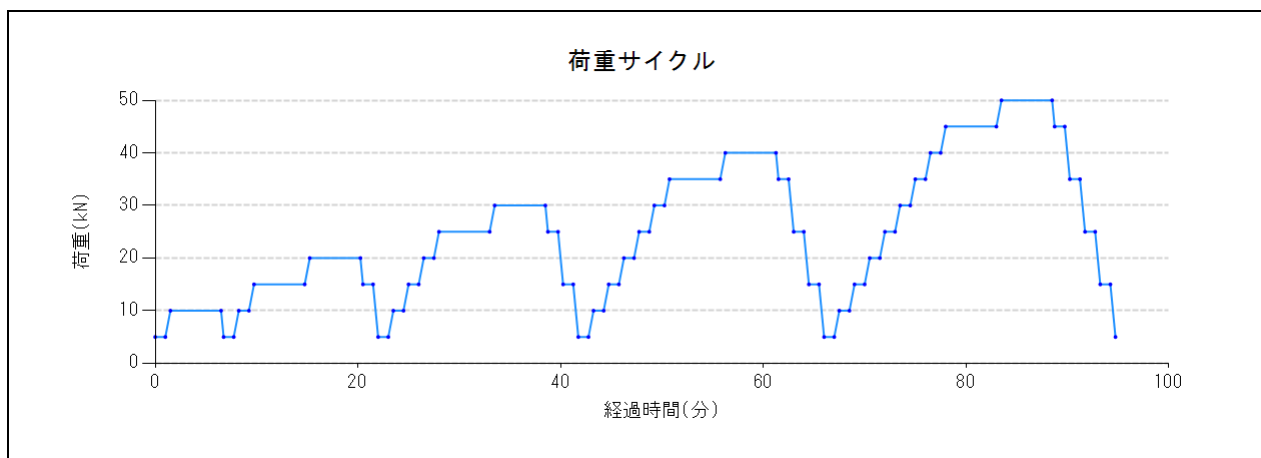
また、極限周面摩擦抵抗は、次の通り計算される。

$$\begin{aligned}\text{極限周面摩擦抵抗} &= \frac{\text{極限引抜力}}{\text{円周率} \times \text{削孔径} \times \text{定着部長}} \\ &= \frac{50.00 \times 1000}{\pi \times 65 \times 0.500 \times 1000} \\ &= 0.490 \text{ (N/mm}^2\text{)}\end{aligned}$$

## 7.2.2 試験孔番(No.5)

### (1) 試験計画

5 サイクルの荷重をかけて試験を行う。



### (2) 試験荷重

<<計画最大荷重試験>>

初期荷重 5.00 (kN)

最大試験荷重 50.00 (kN)

荷重増分 5.00 (kN)

試験荷重 5.00 ⇔ 10.00 ⇔ 15.00 ⇔ 20.00 ⇔ 25.00 ⇔ 30.00 ⇔ 35.00 ⇔ 40.00 ⇔ 45.00 ⇔ 50.00 (kN)

サイクル 5 (サイクル)

### (3) 荷重増減時の載荷速度

増荷時 10.0 (kN/分)

減荷時 20.0 (kN/分)

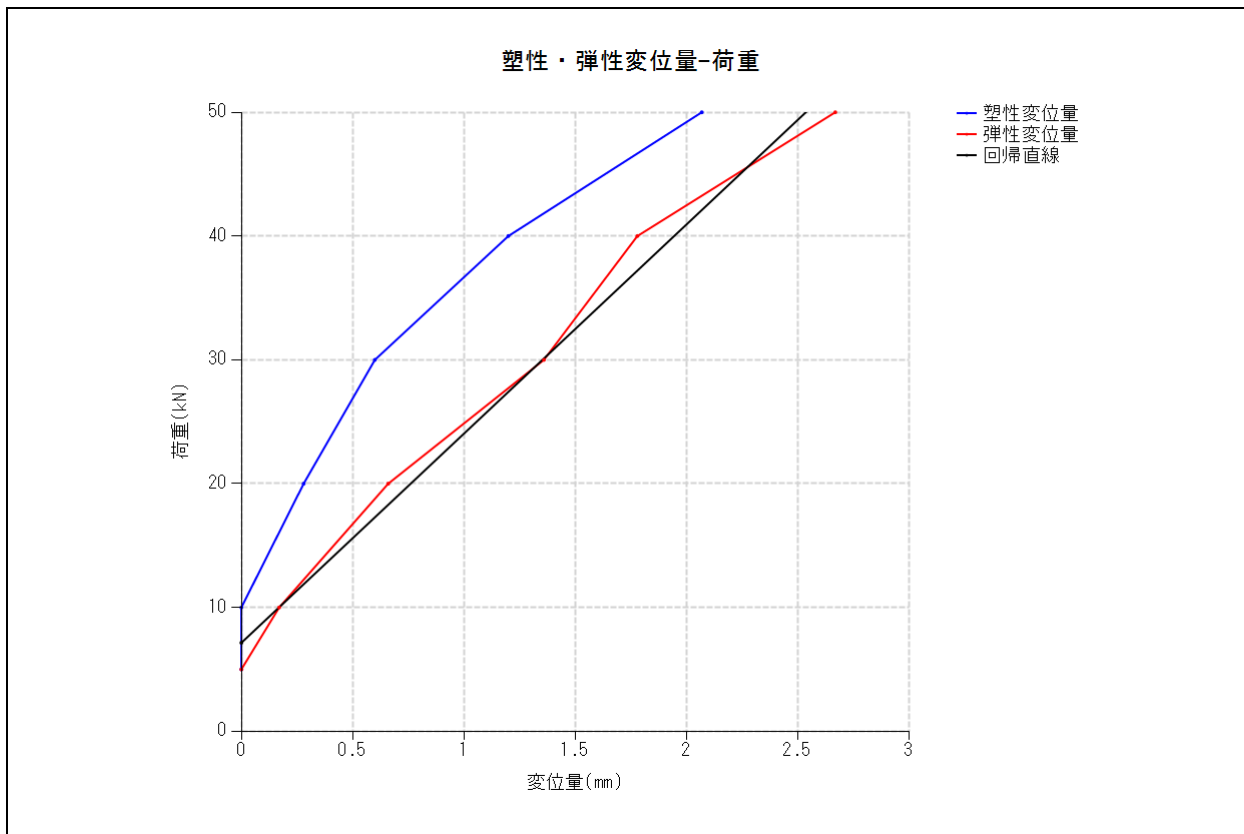
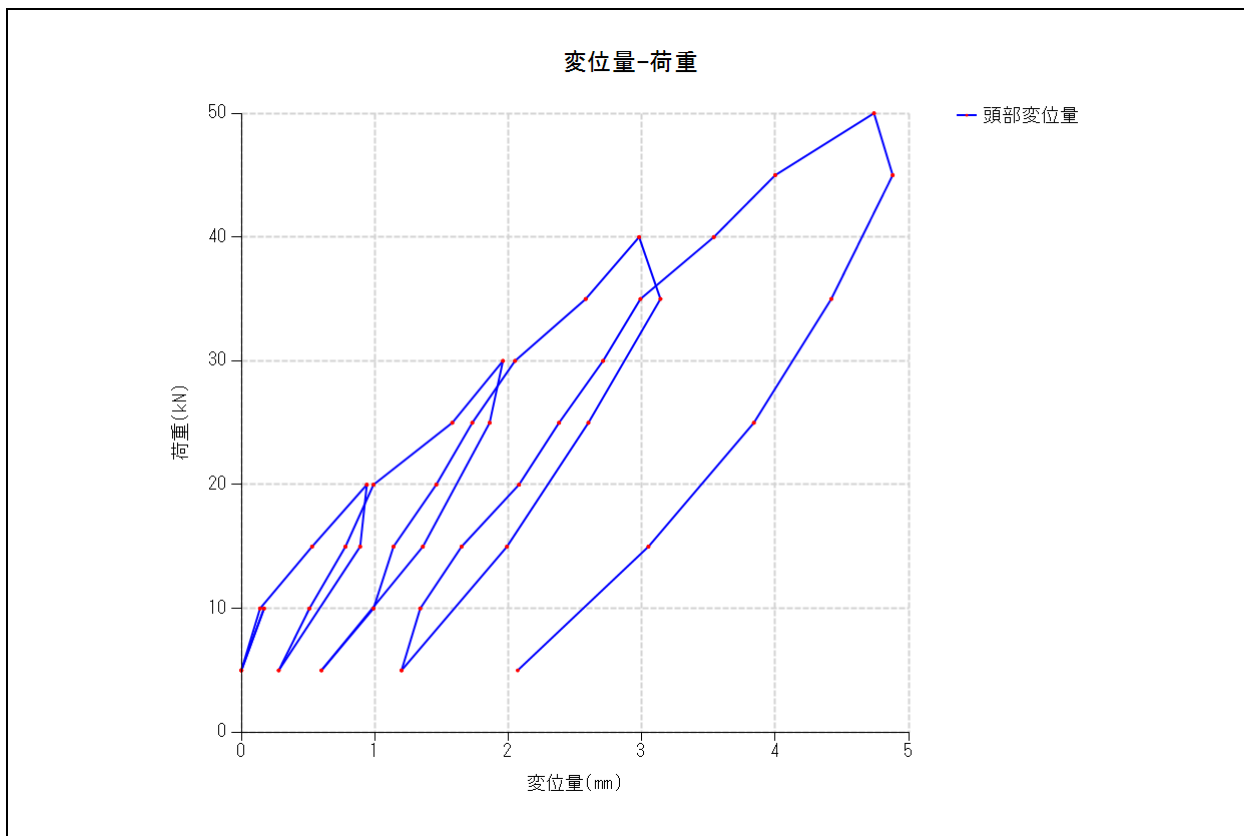
(4) 荷重保持時間

新規荷重段階	計測時期 (分後)				
1 サイクル	0	5			
2 サイクル	0	5			
3 サイクル	0	5			
4 サイクル	0	5			
5 サイクル	0	5			

履歴内荷重	計測時期 (分後)				
増荷時	0	1			
減荷時	0	1			



(5) 補強材頭部の変位量



(6) 極限引抜き力および極限周面摩擦抵抗

極限引抜き力 (Tmax) は、「変位量－荷重曲線図」もしくは、「塑性・弾性変位量－荷重曲線図」の勾配が急激に変化した時点の荷重値とする。計画最大荷重まで載荷しても極限状態に達しない場合には、計画最大荷重を極限引抜き力とみなす。

したがって、「塑性・弾性変位量－荷重曲線図」の関係線が直線関係からずればじめる時の荷重を、極限引抜き力と判定した。

よって、本試験での極限引抜き力は 45.00 kN と判定した。

また、極限周面摩擦抵抗は、次の通り計算される。

$$\begin{aligned} \text{極限周面摩擦抵抗} &= \frac{\text{極限引抜き力}}{\text{円周率} \times \text{削孔径} \times \text{定着部長}} \\ &= \frac{45.00 \times 1000}{\pi \times 65 \times 0.500 \times 1000} \\ &= 0.441 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

### 7.3 地層 3 の試験条件

補強材種別	ネジ節棒鋼(SD345) D29
補強材の単位質量	5.04 (kg/m)
補強材の公称直径	28.6 (mm)
補強材の公称断面積	642.4 (mm <sup>2</sup> )
補強材の降伏荷重	221.00 (kN)
許容荷重[0.9・降伏荷重]	198.90 (kN)
削孔径	90 (mm)
初期荷重	7.43 (kN)
計画最大荷重	74.29 (kN)

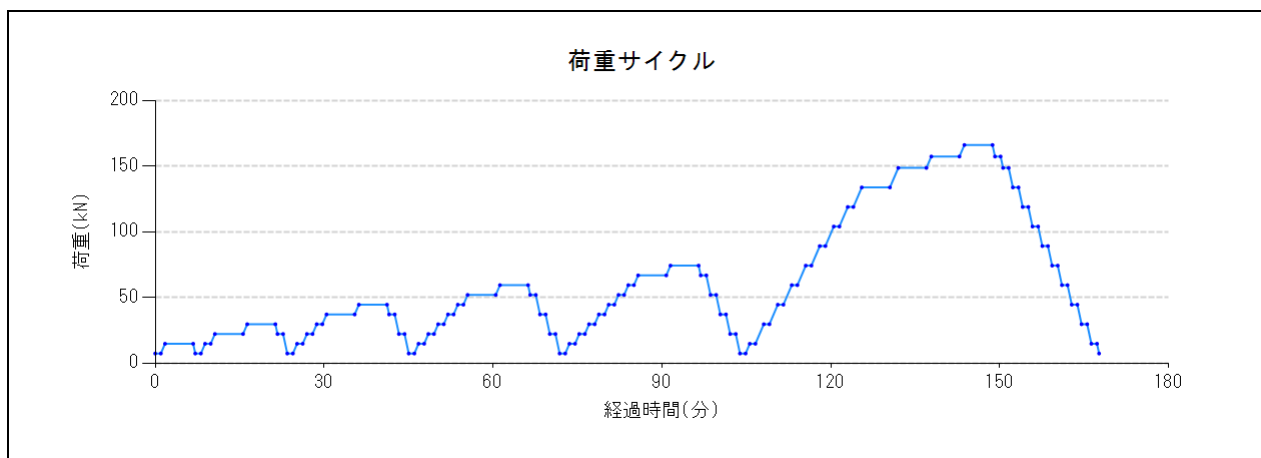
#### 補強材長さ

試験孔番	テンションバー長 (m)	非定着部長 (m)	定着部長 (m)	全長 (m)
No.6	0.500	1.000	1.000	2.500

### 7.3.1 試験孔番(No.6)

#### (1) 試験計画

6 サイクルの荷重(予備試験 1 サイクル含む)をかけて試験を行う。



#### (2) 試験荷重

<<計画最大荷重試験>>

初期荷重 7.43 (kN)

最大試験荷重 74.29 (kN)

荷重増分 7.43 (kN)

試験荷重 7.43 ⇔ 14.86 ⇔ 22.29 ⇔ 29.72 ⇔ 37.15 ⇔ 44.57 ⇔ 52.00 ⇔ 59.43 ⇔ 66.86 ⇔ 74.29 (kN)

サイクル 5 (サイクル)

<<予備試験>>

初期荷重 7.43 (kN)

極限引抜力 165.99 (kN)

荷重増分 7.43 (kN)

試験荷重 7.43 ⇔ 14.86 ⇔ 29.72 ⇔ 44.57 ⇔ 59.43 ⇔ 74.29 ⇔ 89.15 ⇔ 104.01 ⇔ 118.86 ⇔ 133.72 ⇔ 148.58 ⇔ 157.25 ⇔ 165.99 (kN)

サイクル 1 (サイクル)

#### (3) 荷重増減時の載荷速度

増荷時 10.0 (kN/分)

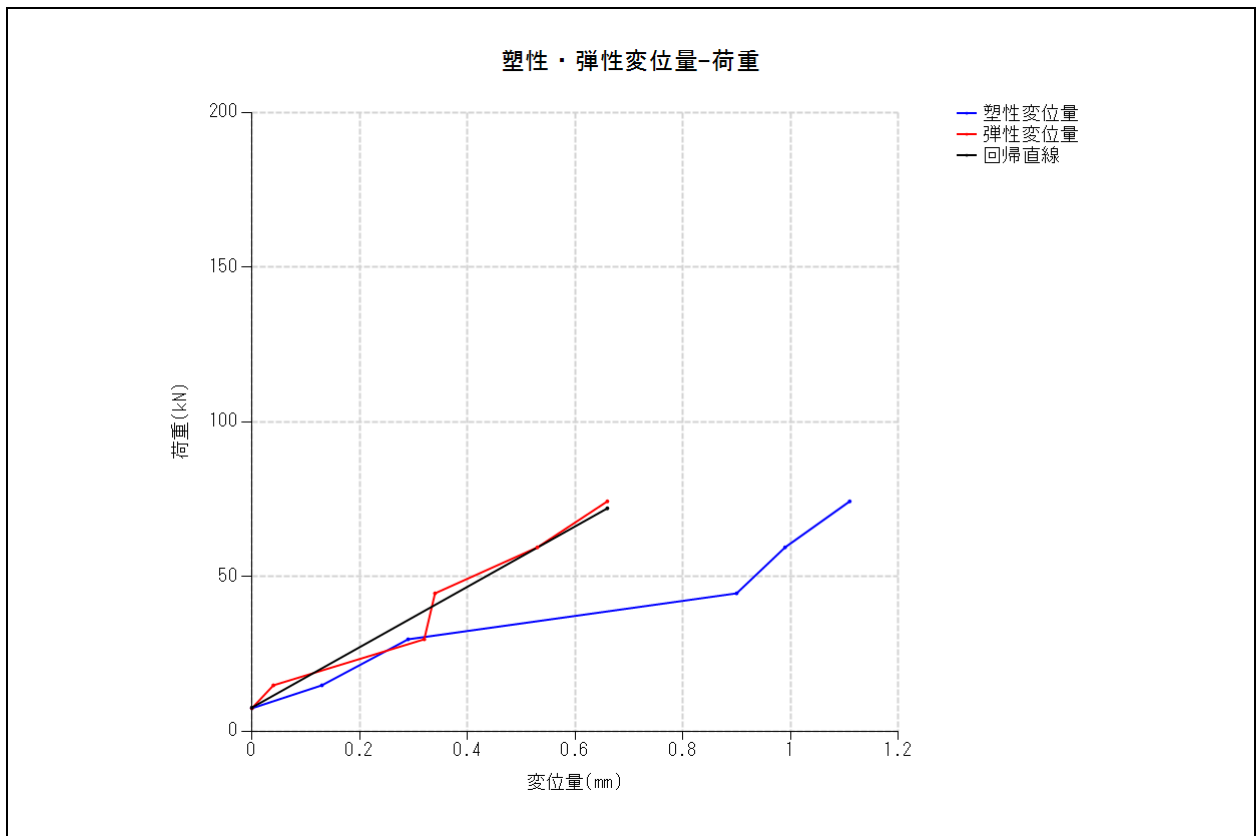
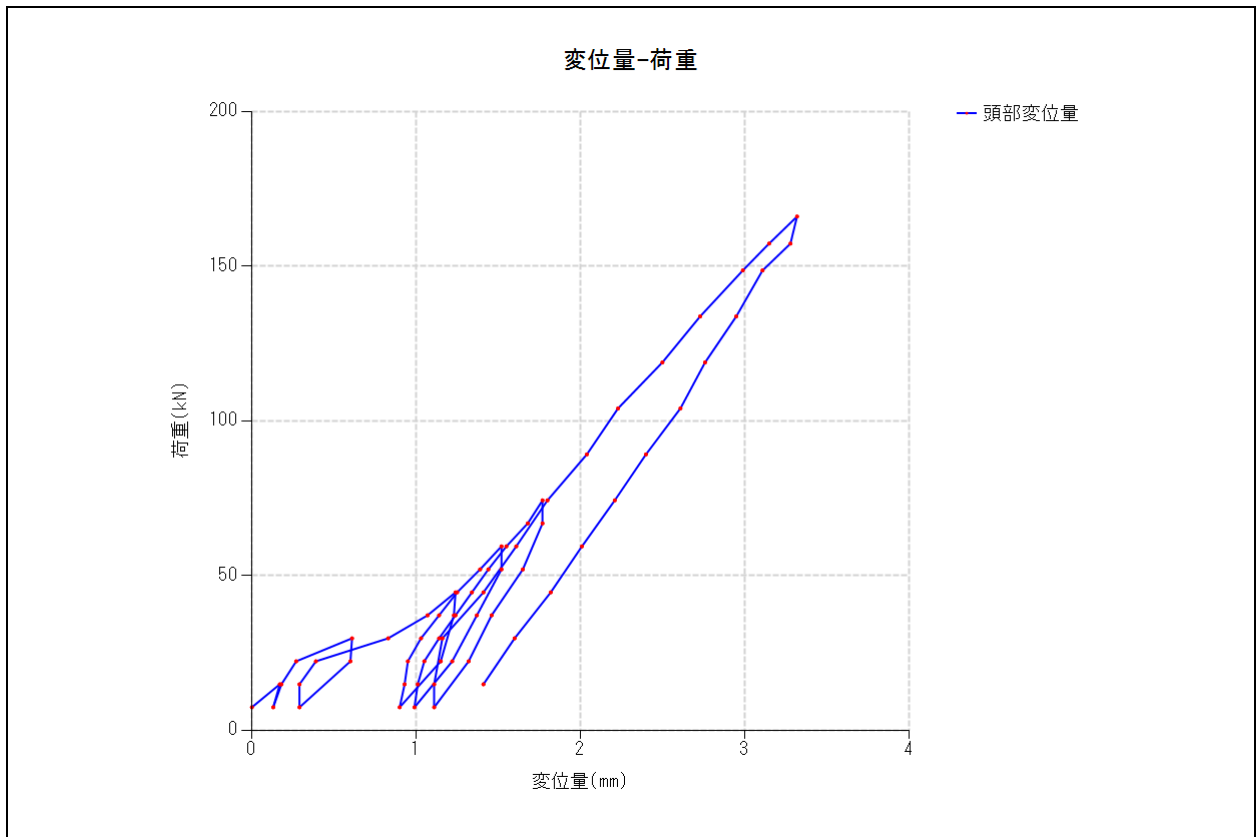
減荷時 20.0 (kN/分)

(4) 荷重保持時間

新規荷重段階	計測時期 (分後)				
1 サイクル	0	5			
2 サイクル	0	5			
3 サイクル	0	5			
4 サイクル	0	5			
5 サイクル	0	5			
6 サイクル(予備)	0	5			

履歴内荷重	計測時期 (分後)				
増荷時	0	1			
減荷時	0	1			

(5) 補強材頭部の変位量



(6) 極限引抜力および極限周面摩擦抵抗

極限引抜力 (Tmax) は、「変位量－荷重曲線図」もしくは、「塑性・弾性変位量－荷重曲線図」の勾配が急激に変化した時点の荷重値とする。計画最大荷重まで載荷しても極限状態に達しない場合には、計画最大荷重を極限引抜力とみなす。

したがって、「塑性・弾性変位量－荷重曲線図」の関係線が直線関係からずれはじめる時の荷重を、極限引抜力と判定した。

よって、本試験での極限引抜力は 74.29 kN と判定した。

また、極限周面摩擦抵抗は、次の通り計算される。

$$\begin{aligned} \text{極限周面摩擦抵抗} &= \frac{\text{極限引抜力}}{\text{円周率} \times \text{削孔径} \times \text{定着部長}} \\ &= \frac{74.29 \times 1000}{\pi \times 90 \times 1.000 \times 1000} \\ &= 0.263 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

## 8 試験結果の総括

適合性試験結果は以下の通りである。

### 8.1 地層 1 の結果一覧

補強材名称 (孔番号)	極限 引抜力 Tmax (kN)	削孔径 D (mm)	定着部長 La (mm)	極限周面 摩擦抵抗 $\tau_{\max}(\text{N}/\text{mm}^2)$
No.1	125.00	65	0.900	0.680
No.2	135.00	65	0.900	0.735
No.3	130.00	65	0.900	0.707

以上の結果、設計で用いる周面摩擦抵抗は、 $0.680 \text{ N}/\text{mm}^2$ を採用する。



## 8.2 地層 2 の結果一覧

補強材名称 (孔番号)	極限 引抜力 Tmax (kN)	削孔径 D (mm)	定着部長 La (mm)	極限周面 摩擦抵抗 $\tau_{\max}$ (N/mm <sup>2</sup> )
No.4	50.00	65	0.500	0.490
No.5	45.00	65	0.500	0.441

以上の結果、設計で用いる周面摩擦抵抗は、0.441 N/mm<sup>2</sup>を採用する。

### 8.3 地層 3 の結果一覧

補強材名称 (孔番号)	極限 引抜力 Tmax (kN)	削孔径 D (mm)	定着部長 La (mm)	極限周面 摩擦抵抗 $\tau_{\max}(\text{N}/\text{mm}^2)$
No.6	74.29	90	1.000	0.263

以上の結果、設計で用いる周面摩擦抵抗は、 $0.263 \text{ N}/\text{mm}^2$ を採用する。