

西荻北二丁目計画ケヤキ 引張試験業務
報告書

2024年5月

株式会社吉岡緑地

1. 目的

根元に腐朽（ベッコウタケ）が見られるケヤキについて引張試験を実施し、耐風性についての評価と保存の可能性について検討する基礎資料とすることを目的とする。

2. 概要

2-1. 調査日

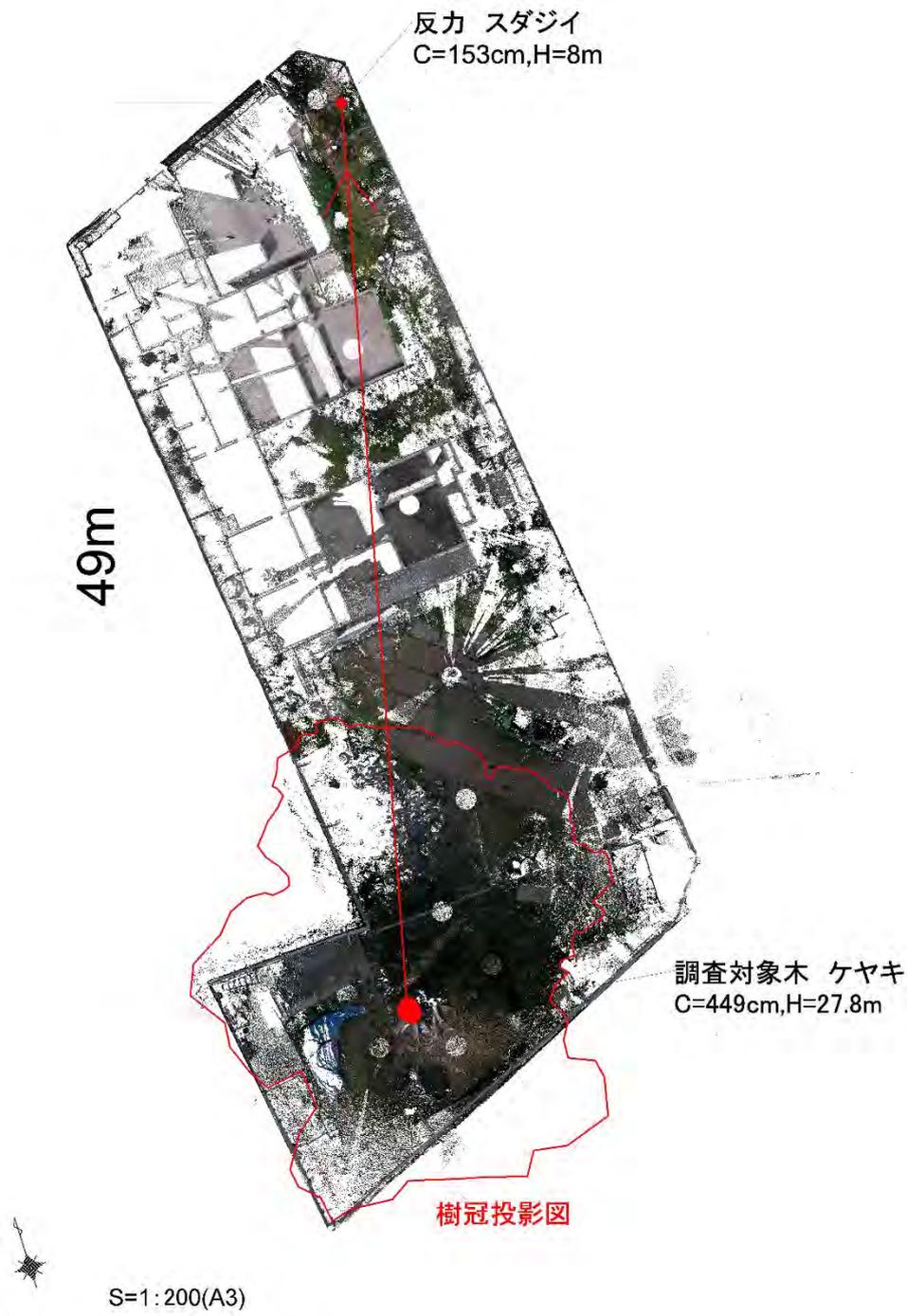
2024年4月30日

2-2. 調査対象、調査箇所

ケヤキ 樹高27.8m 胸高幹周454cm 枝張り21.5m



樹木全景



名前	西荻窪ケヤキ点群測量図面
調査日	令和6年4月17日
図面名	引張試験対象樹木反力樹木位置図
備考	

図2-2.1 樹木位置平面図

2-3.調査者

吉岡賢人 樹木医登録番号2324 株式会社吉岡緑地

2-4.調査方法

引張試験にはPiCUS TreeQineticを使用し、カルテ作成は専用ソフトウェアであるarbostatを使用する。また、実際の耐風速を推定するため、Measurement Dataからカルテを作成する。作業手順は以下の通りである。

1. 調査対象木の形状寸法を記録し、全景写真を撮影する。
2. 調査対象木の樹高の1/2~2/3程度の高さのしっかりとした幹もしくは大枝にアンカーロープを設置し、载荷計（フォースメーター）を取り付ける。
3. 近くの樹木根元や車両、重機などにチルホール(TU-16)を設置してフォースメーターと連結する。この時ロープ角度は45° 以上にならないように注意し、できれば15° ~35° の間におさまるようにする。
4. 傾斜計(インクリノメーター)を調査対象木の根元に取り付ける
5. 伸縮計(エラストメーター)を幹折れが予想される高さに取り付ける。
6. 荷重計と傾斜計を PC にて同期させ、樹木角度や引張角度などを入力する
7. チルホールにて調査対象木を引張する
8. PC にて荷重計と傾斜計の数値を記録する
9. 幹傾斜 0.1° 程度まで、もしくはエラストメーターが100~200 μ mに達する程度、もしくは载荷荷重が16kN程度に達するまで载荷する。
10. 得られたデータをarbostatで分析してレポートを作成し、強風下での安全性を評価する。ただし、ケヤキの生材強度データが無いため、平均的な強度の樹木であるTilia platyphyllos（ナツボダイジュ）の生材強度を代入して評価を行う。

使用機械

品名	内容	数量	備考
荷重計（フォースメーター）	荷重の測定	1個	図1参照
傾斜計（インクリノメーター）	幹傾斜の測定	1個	図2参照
伸縮計（エラストメーター）	材のひずみ測定	1個	図3参照
チルホール(TU-16) 最大荷重 16kN	引張装置	1個	図4参照
スリング	器具と樹木の結合	2本	
ワイヤーロープ	チルホール付属物	1本	
シャックル	器具の結合	2個	
滑車	オタフク滑車	3個	



図2-4.1 荷重計(フォースメーター)



図2-4.2 傾斜計(インクリノメーター)



図2-4.3 伸縮計(エラストメーター)



図2-4.4 チルホール TU-16

今回の試験ではアンカーロープ設置高さは17.4mとなり、引張ロープの角度は 17.2° となった。

3. 結果

3-1. 風荷重解析結果

Arbostatによる風荷重の解析結果は以下の通りとなった。

Wind Load Analysis

Tree Number 001

Project

Project Name 西荻窪ヶヤキ
Project Number 001
Test Date 2024/04/30

Site

西荻北2丁目6-2
35.7043202127° N, 139.6043113189° E
167-0042 杉並区, Japan
Altitude a. sea level 52 m

Tree Data

Tree Species Zelkova serrata
Stem circumference 454 cm
Stem Diameter 138 cm
in 1m height 144 cm
Bark Thickness 1.2 cm
Tree Height 27.8 m

Applied Material Properties

as for Tilia platyphyllos
Source Stuttgart
Compressive Strength 20 MPa
Modulus of Elasticity 8000 MPa
Limit of Elasticity 0.25 %
Green Density 0.84 g/cm³

Crown Outline



Load Direction 北東

Surface Area Analysis

Crown Base 11.9 m
Effective Height 21.4 m
Total Surface Area 282 m²
Crown Eccentricity 0.38 m

Applied Structural Parameters

Drag Factor 0.25
Natural Frequency 0.5 Hz
Damping Decrement 0.31
Form Factor for Dead Weight 0.8

Applied Site Parameters

Windzone J 34
Speed of Applied
Design Wind Speed 34 m/s
Air Density 1.21 kg/m³
Roughness Category Suburb
Exponent for Wind Profile 0.22
Proximity Factor for Effects
in Near Ground Wind Flow 1
Factor for Crown Exposure 1.00

Results

Wind Load Analysis

Mean Wind Pressure 38.5 kN
Gust Reaction Factor 2.65
Load Centre 19.3 m
Torsion Moment 38 kNm

Design Wind Load 1969 kNm

Tree Static Analysis

Dead Weight Tree 28.2 t
Critical Degree of Hollowness 84 %
Critical Residual Wall Thickness 11 cm
Assuming an Uncompromised Residual Wall

Basic Safety Factor 2.5

General

Comments 根元にベッコウタケあり
平均的な強度の樹木 Tilia platyphyllos(ナツボダイジュ)の生材強度を代入した

図3-1.1 風荷重解析結果 (arbostat)

粗度区分は3とし、基準風速は34m/sとし、風受面積は282m²となった。抗力係数は0.25とし、設計風荷重は1969kNmとなった。

3-2.幹折損リスク評価

地上から高さ0.3mと0.6mにおいてアーボソニック3Dによる推定結果が存在する。エラストメーター設置方向は、引張方向を 0° とした場合には、 0° （圧縮側）もしくは 180° （引張側）のみに設置可能である。

このため、今回は高さ0.3mと0.6mの材のひずみをエラストメーターによって計測した。

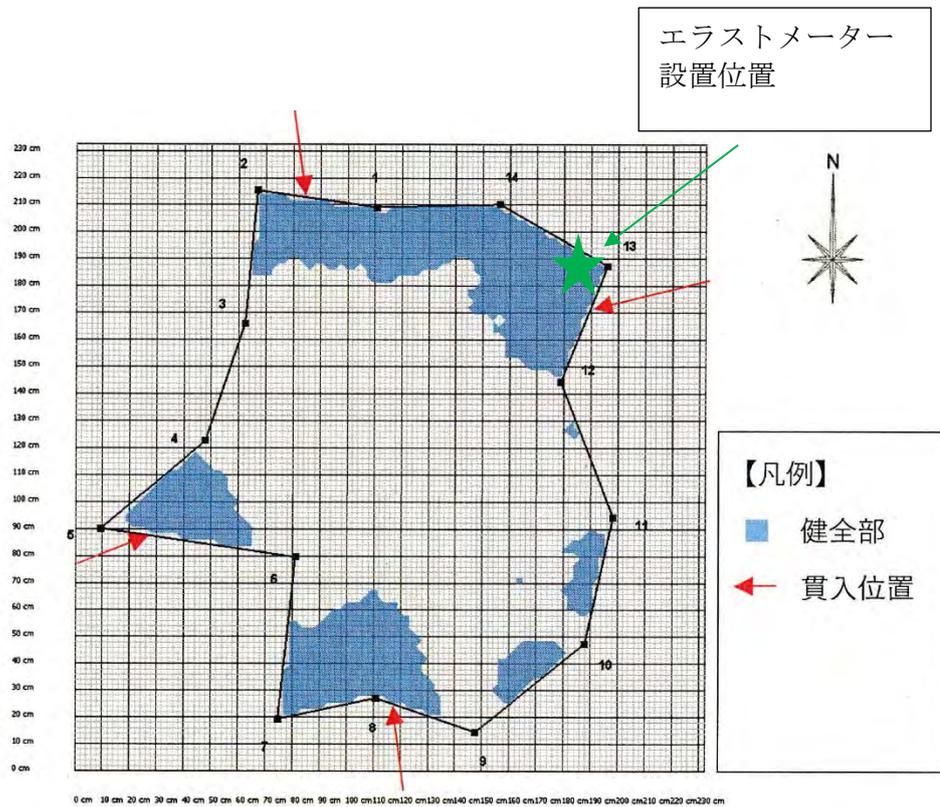


図3-2.1 エラストメーター設置位置平面図



図3-2.2 GL=0.3m エラストメーター



図3-2.3 GL=0.6m エラストメーター

この時のarbostatによる診断結果は以下の通りである。

Calculated Fracture Stability according to Pull Test

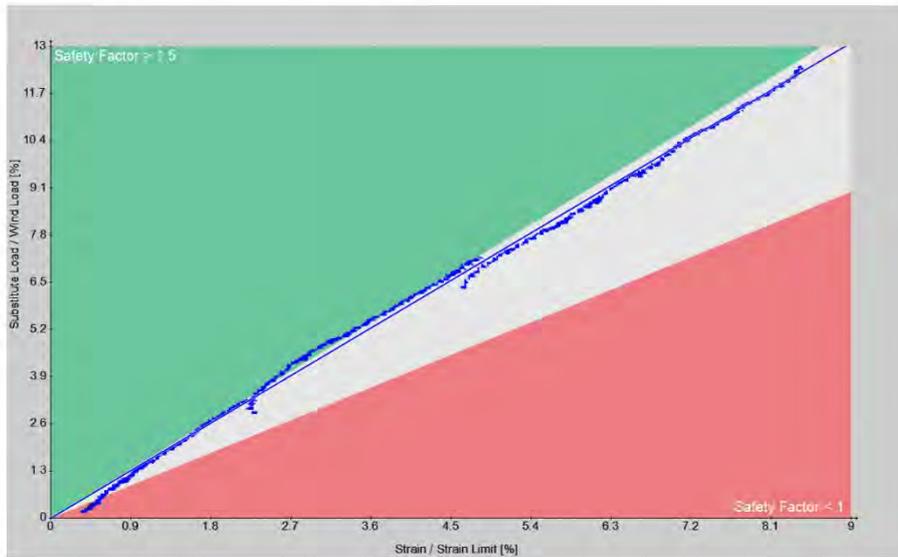
Tree Data

Project	西萩窪ケヤキ	Tree Number	001
Tree Species	Zelkova serrata	Date	2024/04/30

Setup Pulling Test

Height of the Stem Anchor	17.4 m	Measurement No.	1
Rope Angle	17.2 °	Load Direction	北東

Graphic Display (test data and best linear fit)



Elastometer Measurement in

Measurement Height	m	0.3
Position		c
Stem Diameter 1	cm	330
Stem Diameter 2	cm	280
Bark Thickness	cm	1.2
Load share	%	100

Breaking Stability (derived from the gradient of the best linear fit)

Safety Factor	1.46
---------------	------

Control Value

Coefficient of Determination R ²	0.9974
Residual Stiffness	% 5.1
Degree of Hollowness	% 98.3
Compression originating from	
Dead Weight	% 5.6
Substitute Load	% 12.5

図3-2.4 GL=0.3m高さの幹折損リスク評価 (arbostat)

安全率は1.46となり、要求される安全率1.5に近い数値となった。

Calculated Fracture Stability according to Pull Test

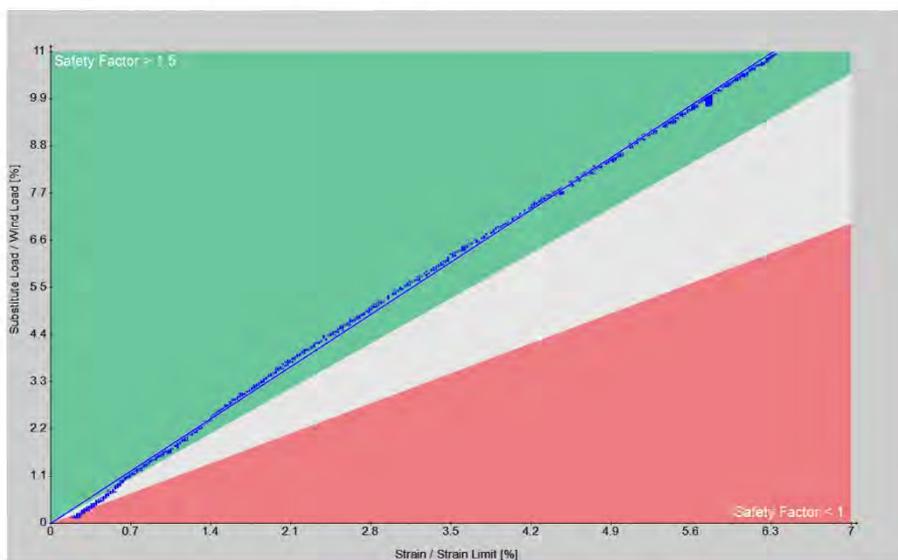
Tree Data

Project	西萩窪ケヤキ	Tree Number	001
Tree Species	Zelkova serrata	Date	2024/04/30

Setup Pulling Test

Height of the Stem Anchor	17.4 m	Measurement No.	2
Rope Angle	17.2 °	Load Direction	北東

Graphic Display (test data and best linear fit)



Elastometer Measurement in

Measurement Height	m	0.6
Position		c
Stem Diameter 1	cm	310
Stem Diameter 2	cm	250
Bark Thickness	cm	1.2
Load share	%	100

Breaking Stability (derived from the gradient of the best linear fit)

Safety Factor	1.74
---------------	------

Control Value

Coefficient of Determination R ²	0.999
Residual Stiffness	% 7.6
Degree of Hollowness	% 97.4
Compression originating from	
Dead Weight	% 4.4
Substitute Load	% 11

図3-2.5 GL=0.6m高さの幹折損リスク評価 (arbostat)

安全率は1.74となり、要求される安全率1.5を上回る数値となった。

3-3.根返り倒木リスク評価

インクリノメーターは引張方向（北東）を 0° とした時に、 90° もしくは 270° の位置の地際に設置することが推奨されている。これは、 0° もしくは 180° の位置にインクリノメーターを設置した際に、バットレスとなる太根によって根の支持強度が高く評価されてしまうことを防ぐためである。このため、 90° と 270° 位置にインクリノメーターを設置することで、より安全側の評価をすることができる。

今回はMeasurement No.1で 90° 、Measurement No.2では 270° の位置にインクリノメーターを設置して計測した。

90° と 270° のとらえ方が日本と異なるため、インクリノメーター設置位置について図3-3.1に示す。

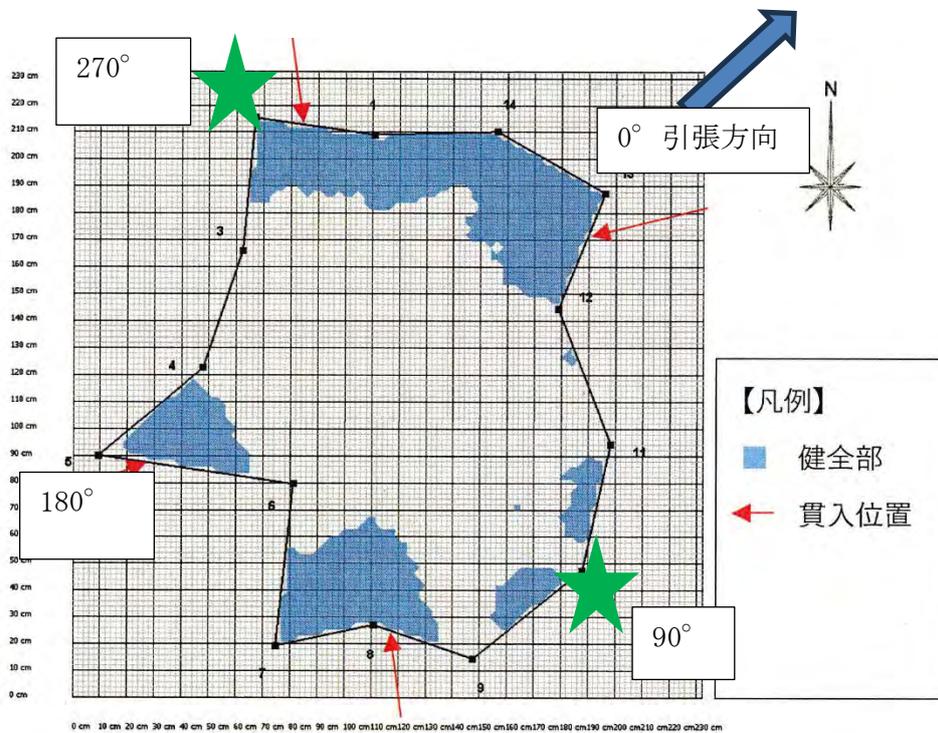


図3-3.1 インクリノメーター設置位置図（緑色の☆）

Arbostatによる診断結果は以下の通りとなった。

Calculated Tipping Stability according to Pull Test

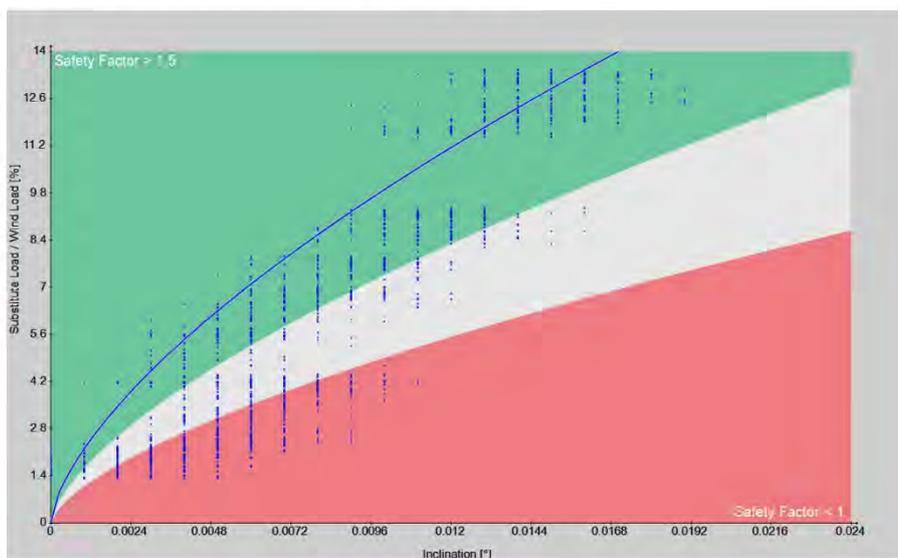
Tree Data

Project	西萩窪ヶヤキ	Tree Number	001
Tree Species	Zelkova serrata	Date	2024/04/30

Setup Pulling Test

Height of the Stem Anchor	17.4 m	Measurement No.	1
Rope Angle	17.2 °	Load Direction	北東

Graphic Display (test data and best fit to tipping curve)



Inclinometer Measurement

80

Position 90°

Tipping Stability (based on Generalized Tipping Curve)

Safety Factor 2.02

Control Value

in

Standard Deviation % 2.68
 Substitute Load % 13.7
 Load Direction at Inclinometer x-Axis

General for Pull Test

Consultant 吉岡賢人
 Witness / Assistant
 Measurement Comments PTQ Measurement 1

図3-3.2 インクリノメーター設置位置90° 時のリスク評価 (arbostat)

安全率は2.02となり、要求される安全率1.5を上回る数値となった。

Calculated Tipping Stability according to Pull Test

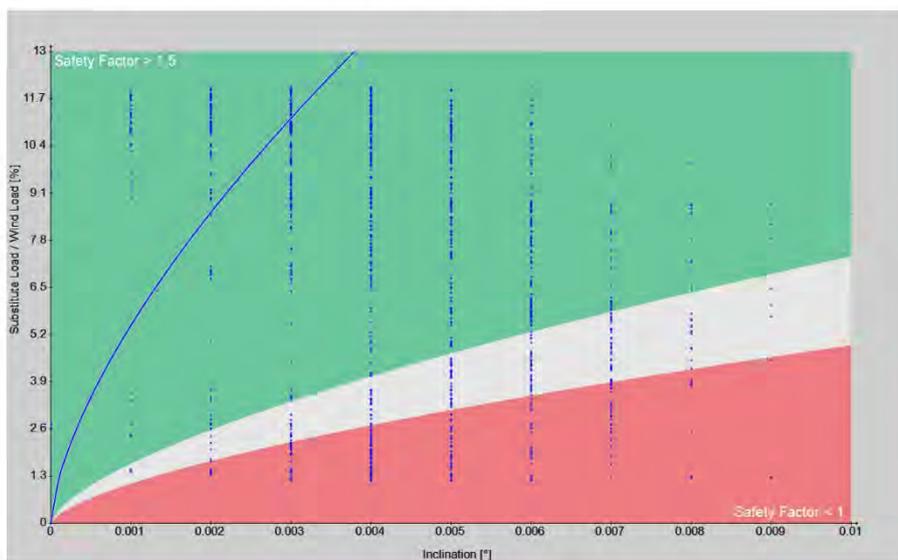
Tree Data

Project	西萩窪ケヤキ	Tree Number	001
Tree Species	Zelkova serrata	Date	2024/04/30

Setup Pulling Test

Height of the Stem Anchor	17.4 m	Measurement No.	2
Rope Angle	17.2 °	Load Direction	北東

Graphic Display (test data and best fit to tipping curve)



Inclinometer Measurement

80

Position 270°

Tipping Stability (based on Generalized Tipping Curve)

Safety Factor 4.99

Control Value

in

Standard Deviation % 8.78
 Substitute Load % 12.1
 Load Direction at Inclinometer y-Axis

General for Pull Test

Consultant 吉岡賢人
 Witness / Assistant
 Measurement Comments PTQ Measurement 1

図3-3.2 インクリノメーター設置位置270° 時のリスク評価 (arbostat)

安全率は4.99となり、要求される安全率1.5を上回る数値となった。

4. 考察

4-1.倒伏の危険性について

先に実施された樹木診断では腐朽空洞率が50%を超えていること、ベッコウタケによる根元の腐朽が見られることから倒伏リスクが高いとされていた。しかし今回の引張試験では幹折損リスクについて、GL=0.3mでは安全率1.46となり、GL=0.6mでの幹折損リスクは安全率1.74となった。このため、当該箇所からの折損の兆候は現在のところ見られない。

また根回り倒木リスクについては、インクリノメーター設置位置90°では2.02となり、270°では4.99となった。この結果について、測定データをオリジナル書式のカルテ（別添資料参照）によって分析した結果、MeasurementNo.1インクリノメーター設置位置90°で推定耐風速54.88m/sとなり、MeasurementNo.2インクリノメーター設置位置270°で推定耐風速884.95m/sとなった。しかし、MeasurementNo.2では実測最大値の樹木角度が0.01°傾斜までしか到達しておらず、近似曲線の精度が低い可能性がある。このため、当該樹木の推定耐風速は54.88m/sとし、安全率は2.02を採用するのが妥当である。

4-2.今後の処置

今回の引張試験で、当該樹木の耐風性は低下しておらず、倒木リスクは低いことがわかった。ただし、大きく張り出した枝が台風などの強風下で折損する恐れもあるため、枯枝剪定や支障枝剪定を定期的の実施していくことで維持していくことが必要である。剪定については樹勢を低下させないように、著しい切り詰めや強剪定は避け、1度の剪定で切り詰める長さは2～3mとすること。

また、工事などで掘削作業などする際には根を損傷しないように注意し、バックホウなどで根を痛めてしまった場合にはノコギリなどの鋭利な刃物で必ず切り戻すようにすること。



図4-2.1 枯枝大



図4-2.2 枯枝大