

診断・調査概要

1. 調査目的

近年、街路樹や公園等の植栽樹木において、倒木・落枝による重大な人的被害が相次いで発生しており、「潜在的リスク」に目を向けた点検手法の重要度が増している。

倒木は根元部より折れるケースが多く、幹の内部または根株の心材部分が腐朽し、木材が軟化したことが原因となる場合が殆どである。

今回の診断調査では、外観診断ならびに精密診断機器(貫入抵抗測定器:レジストグラフ)を用いて幹や根株内部の腐朽状態(現状)を確認し、適切な処置を施すための判断基準、また今後の継続的な管理の指標となるべく、対象樹木毎に樹木診断カルテを作成した。

2. 調査対象樹木及び数量

診断調査の対象樹木は福生市南熊川児童遊園内のの3本とした。

場 所	樹木番号	樹 種	目通り(cm)	診 断 方 法	数 量	単 位
熊川南児童遊園	01	ケヤキ	510	外観診断	1	本
熊川南児童遊園	02	ケヤキ	253	根株腐朽診断	1	本
熊川南児童遊園	03	ケヤキ	360	根株腐朽診断	1	本
合 計					3	本

3. 調査実施者の資格等

診断調査の実施に当たっては、(一社)日本樹木医会に属する「樹木医」の有資格者を配置した。

4. 診断機器概要

【レジストグラフ-PD600(貫入抵抗測定器) IML 製】

解析する位置に錐を貫入していき、物質の硬さにより貫入時の抵抗が変化することで材内に硬度の低下位置(腐朽・空洞等)が存在することを予測する機械である。

5. 調査方法

公園管理敷地内の植栽樹木に対して、貫入抵抗測定器(機器名:レジストグラフ)を用いて、対象樹木の根株や主幹等の、主に腐朽空洞が発生している(であろうと思われる)箇所について、調査を実施した。

◆根株診断:1断面につき同一の高さで4方向から、一定の俯角(40度)を付けて測定。

◆腐朽診断:1断面につき同一の高さで2方向から水平に測定。

(※診断位置については、監督員と事前に現場で確認し、承認を得たうえで決定した。)

〈作業手順〉

① 解析位置(高さ)及び解析する4点(概ね東西南北)の計測点を決める(※腐朽診断は相対する2点)

② 計測点を決定した後、それぞれ相対する2点間の距離を計測して野帳に記入する

③ 計測点に◆40度の俯角(※根株診断)、◆水平・垂直(※腐朽診断)に機器をあてて錐を貫入する
(※その際、計測した2点間の距離の半分(≒幹直径のおよそ半分)を貫入深さの目安とする)

④ 同じ手順で全方向(根株診断:4方向 腐朽診断:2方向)とも錐を貫入する

6. 診断結果のとりまとめ(診断カルテ作成)

各公園毎に対象樹木の現地診断を行い、診断結果をとりまとめ、診断カルテを作成、提出した。
診断カルテは以下の項目について取りまとめるものとし、報告書の様式については、「令和3年度 東京都建設局公園緑地部 街路樹診断協会マニュアル」に準拠した。

- ① 診断樹木測定位置写真
- ② 診断想定断面図
- ③ 腐朽空洞率・腐朽度判定
- ④ 所見

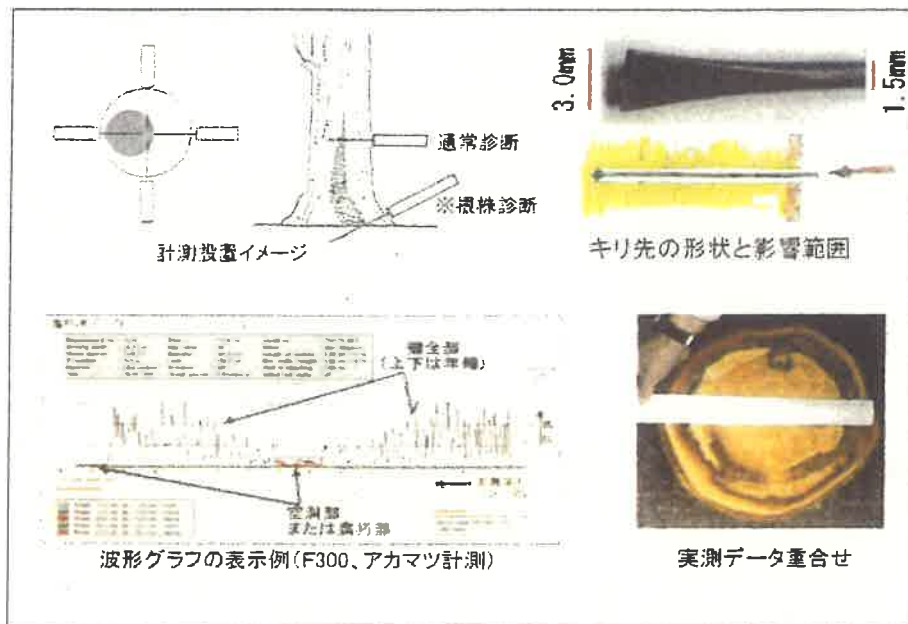
7. その他(診断機器参考資料)

診断機器に係る参考資料、別紙添付

(※参考資料は「令和3年度 東京都建設局公園緑地部 街路樹診断協会マニュアル」に基づく)

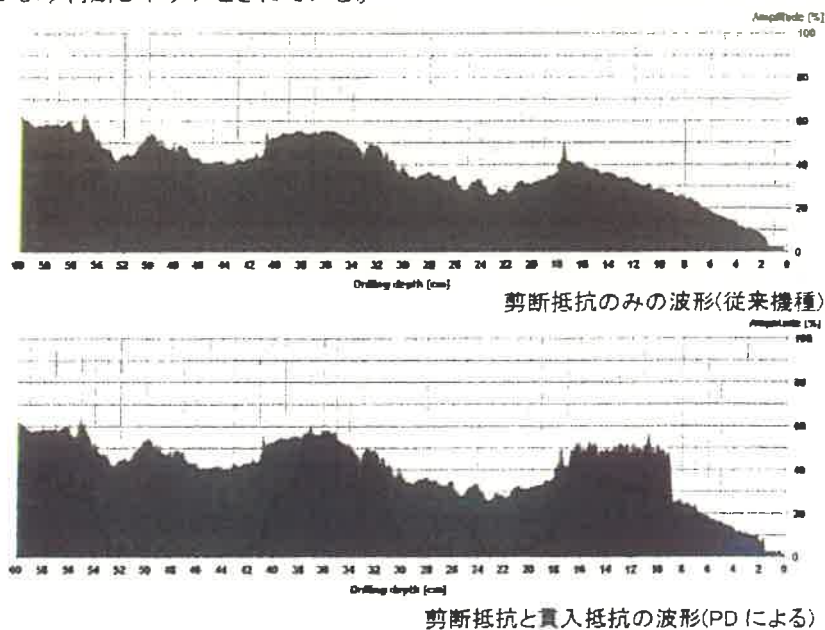
【別紙：参考資料】

◆レジストグラフ-PD600 概要図(測定方法等)



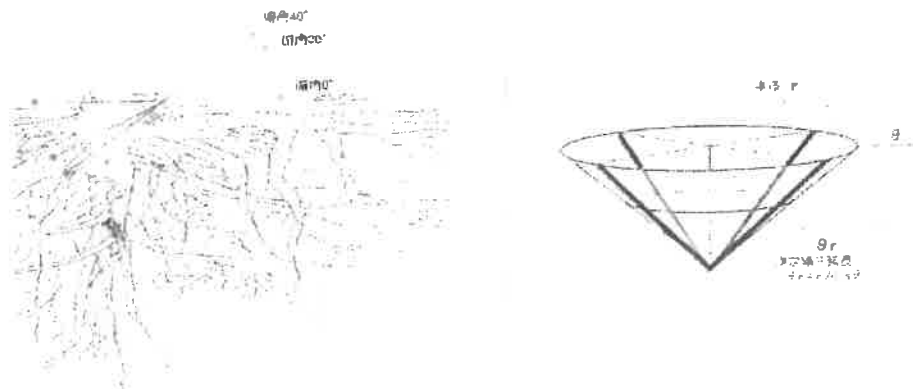
◆レジストグラフ-PD600の波形グラフの表示について

緑色の波形は剪断抵抗による波形で、青色の波形が貫入抵抗による波形を示している。従来の機種(M series・F series)での波形に比べ剪断抵抗・貫入抵抗の波形を記録することができ、これまでは判断しにくかった異常部の波形がより判断しやすいとされている。



◆根株診断について

腐朽診断では、幹や根元の水平断面を測定することを基本とする。根株診断は貫入抵抗測定器を原則として 40 度の俯角をつけて使用することにより地下の根株腐朽の程度を測定する。ただし、根株の範囲からはずれ、石や土などに当たると想定される場合には 30 度の俯角とする。また、根株診断では貫入抵抗測定器は角度機能付きで 500mm 以上の測定長を持つ機器を使用するとされている。



測定線分延長は、以下の定数を幹半径に乘じることにより算出する。

- ・俯角 30 度の場合 測定線分延長＝幹半径 × 1.15
- ・俯角 40 度の場合 測定線分延長＝幹半径 × 1.31

測定線分延長算出の考え方

貫入位置における測定線分延長 θr

$$= \text{貫入位置の幹半径 } r \div \cos \theta \text{ (測定位置の俯角 } \theta \text{)}$$

この測定俯角 θ については、測定の再現性を確保することを重要視するため、同一周内の全ての測点で同じ角度を採用し、原則として俯角 40 度としてカルテ中にも記録する。ただし、根株の範囲からはずれ、石や土などに当たると想定される場合には、俯角 30 度とする。それぞれの角度での換算の定数は以下になる。

$$\begin{array}{ll} \cos 30^\circ \approx 0.866 & L/\cos 30^\circ = 1.15 \\ \cos 40^\circ \approx 0.766 & L/\cos 40^\circ = 1.31 \end{array}$$

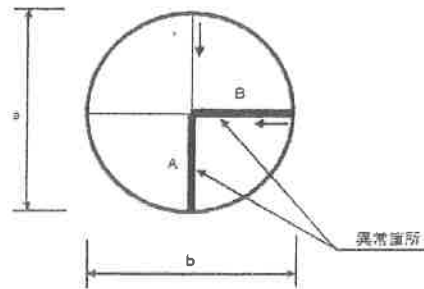
◆空洞率・線分比率の算出について

空洞率・線分比率の算出

異常線分比率は、精密診断機器によって判明した異常部の延長を方向別に測定した測定直径で割り戻した数値である。

A(縦方向異常部の延長)÷a(縦方向測定直径)=縦方向異常線分比率
 B(横方向異常部の延長)÷b(横方向測定直径)=横方向異常線分比率
 空洞率は、数学的近似により二乗した値となる。

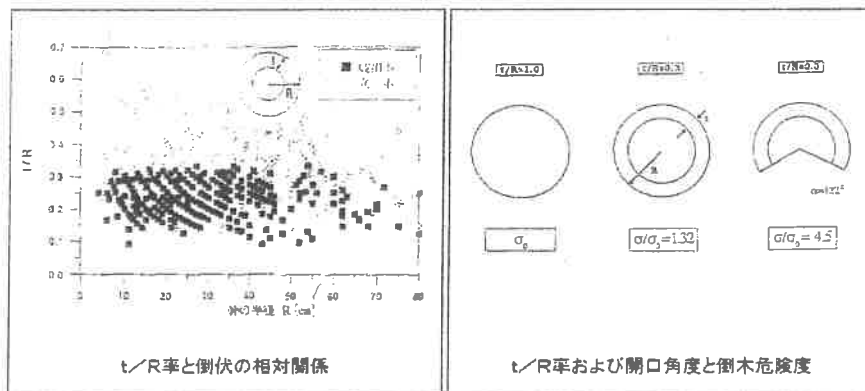
$$\text{空洞率} = \{(A+B) \div (a+b)\}^2$$



データの解析

倒木危険度の判定基準については、欧米において、独マテック博士らの調査研究をもとに、空洞部、腐朽部の割合によって倒木の危険性を判断する方法が確立されている。その基本的な定義とは、幹半径に対するパイプ状に残された健全材の比率(t/R)が30%以下になると、急激に幹折れ倒木の可能性が高くなるというものである。この定義を面積としてみる場合、下式を想定する。

つまり、線分比率が70%に達すると幹折れ倒木の危険性が高まると言い換える事が出来る。また、幹の外周長さに対し1/3以上の開口部があると、幹折れの可能性は急激に高くなる。

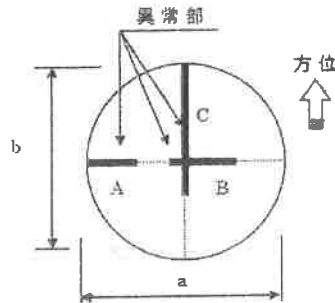


◆貫入測定器（レジストグラフ）測定における異常部の判定について（補足）

1. 異常部が離れている場合

図Ⅶ-1・1（資料編）のように異常部が離れている場合（図中のA及びB）は、それらすべてを合計して、異常部線分長とする。

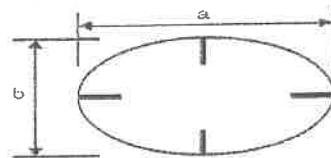
腐朽空洞率の計算式は、「 $\text{腐朽空洞率} = \{ (A+B+C) \div (a+b) \}^2$ 」となる。



図Ⅶ-1・1（資料編） 異常部が離れている場合

2. 測定断面が楕円形の場合

楕円形の断面を持つ樹木で異常部が確認され、長径（a）が短径（b）に対して1.5倍以上の長さであった場合には、腐朽空洞率だけでなく、長径及び短径方向の異常部線分比率、 r/R 率、腐朽空洞部の位置・範囲などを考慮して判定し、判断根拠を所見に記載する。



図Ⅶ-2・1（資料編） 断面が楕円形の樹木での異常部

◆腐朽度判定基準について

腐朽空洞率	判定
10%未満	健全か健全に近い（A）
10%以上、30%未満	注意すべき被害（B 1）
30%以上、50%未満	著しい被害（B 2）
50%以上	不健全（C）

樹 木 診 断 カ ル テ

事務所名: 興國緑化株式会社

No.

No.								
公園名	熊川南児童遊園		樹木医	土屋光司		診断日	令和6年10月29日	
樹木番号	01		樹高(H) = 27.0 m		幹周(C) = 510 cm	枝張(W) = 20.0 m		
樹種名	ケヤキ	植栽形態	☐ 単独樹 ☐ 植栽帯 ☒ 緑地内 ☐ その他			支柱	☐ 良好 ☒ なし ☐ 破損	

活 力 診 断	樹勢	枝の伸長量・梢端の枯損、枝の枯損、葉の密度、葉の大きさ、葉色等				良 ← ☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 → 不良	
	樹形	主幹・骨格となる大枝・枝などの枯損及び欠損、枝の密度と配置等				☐ 1 ☒ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5	
	所見	大枝の付根が腐朽し樹皮が一部損傷している					
	活力判定	☒ 健全か健全に近い ☐ 注意すべき被害が見られる ☐ 著しい被害が見られる ☐ 不健全					
	診断内容	部位	根元	幹	骨格となる大枝		
	樹皮枯死・欠損・腐朽 (周囲長比率)	☒ なし ☐ 1/3未満 ☐ 1/3以上	☒ なし ☐ 1/3未満 ☐ 1/3以上	☒ なし ☐ 1/3未満 ☐ 1/3以上	☐ なし ☐ 1/3未満 ☒ 1/3以上		
	芯に達していない開口空洞 (周囲長比率)	☒ なし ☐ 1/3未満 ☐ 1/3以上	☒ なし ☐ 1/3未満 ☐ 1/3以上	☒ なし ☐ 1/3未満 ☐ 1/3以上	☒ なし ☐ 1/3未満 ☐ 1/3以上		
	芯に達した開口空洞 (周囲長比率)	☒ なし ☐ 1/3未満 ☐ 1/3以上	☒ なし ☐ 1/3未満 ☐ 1/3以上	☒ なし ☐ 1/3未満 ☐ 1/3以上	☒ なし ☐ 1/3未満 ☐ 1/3以上		
	上記3項目のうち 最大被害部の周囲長比率	被害部幅 被害部周囲長 周囲長比率	被害部幅 被害部周囲長 周囲長比率	被害部幅 被害部周囲長 周囲長比率	枯枝	☐ なし ☒ あり(小)	
	キノコ(子実体)	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	スタッフカット	☒ なし ☐ あり()	
外 観 診 断	木槌打診(異常音)	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	
	分岐部・付根の異常	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	
	胴枯れなどの病害	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	
	虫穴・虫フン、ヤニ	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	
	根元の揺らぎ	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	
	鋼棒貫入異常	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	
	巻き根	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	
	ルートカラー	☒ 見える ☐ 見えない()	☒ 見える ☐ 見えない()	☒ 見える ☐ 見えない()	☒ 見える ☐ 見えない()	☒ 見える ☐ 見えない()	
	露出根被害	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	
	不自然な傾斜	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	☒ なし ☐ あり()	
所見	幹-大枝の分岐部付根 大枝の切除痕が腐朽し、隣接する大枝の樹皮が一部欠損している。 根元 ルートカラーの分岐部に開口空洞状の穴がみられる(鋼棒貫入異常はみられない)。 大枝(北)電線に近接している大枝の切除痕(巻込み不良)が散見される。						
判定・処置	部位	根元	幹	骨格となる大枝			
健全か健全に近い	☒	☒	☒	☐			
注意すべき被害が見られる	☐	☐	☐	☒			
著しい被害が見られる	☐	☐	☐	☐			
不健全	☐	☐	☐	☐			
処置	判定が必要	☐	☐	☐			
機器診断が必要	☐	☐	☐	☐			
外観診断判定	☐ A: 健全か健全に近い ☒ B1: 注意すべき被害が見られる ☐ B2: 著しい被害が見られる ☐ C: 不健全						
判定理由	樹勢、樹形共に概ね良好である。 南方向に張り出した大枝の根元の樹皮が一部欠損しているため、枝折れや幹裂け等の注意を要する。						

機 器 診 断	測定データ1	部位()	腐朽空洞率: %	t/R率: ①	②	③	④
	測定データ2	部位()	腐朽空洞率: %	t/R率: ①	②	③	④
	所見						

総合判定	☐ A: 健全か健全に近い ☒ B1: 注意すべき被害が見られる ☐ B2: 著しい被害が見られる ☐ C: 不健全
判定理由	樹勢、樹形ともに大きな異常は認められないが、南方向に張り出した大枝の根元付近で、樹皮が一部欠損している。今後、台風等の強風や積雪による枝折れ、幹裂け等の発生を防ぐ処置として、ケーシング(枝と枝をワイヤーロープや専用の養生ロープ等で繋ぐこと)等の有効な支持・保定処置を行うことを推奨する。

根株診断カルテ(レジストグラフ)

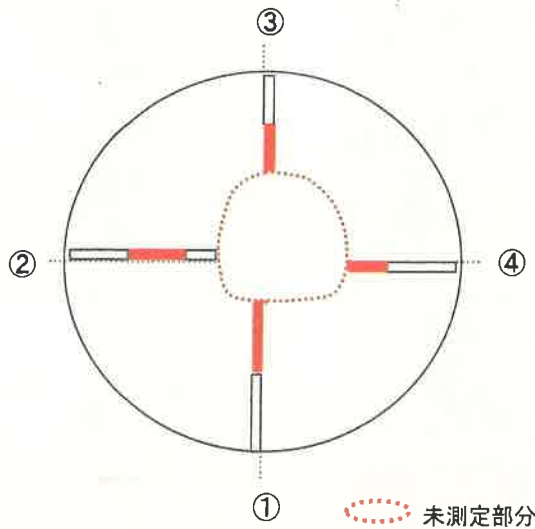
NO. 02n

事務所名

興國緑化株式会社

場 所	熊川南児童遊園			樹木医名	徳江泉 土屋光司	診断日	2024 年 10 月 29 日
樹木番号	02			樹種名	ケヤキ	形状寸法は外観診断等による	
測定高さ	0.25 m	測定直径	↑ 117 cm ↔ 122 cm	機種名	レジストグラフPD600		
俯角	40 °	補正直径	↑ 153 cm ↔ 159 cm	測定位置写真			

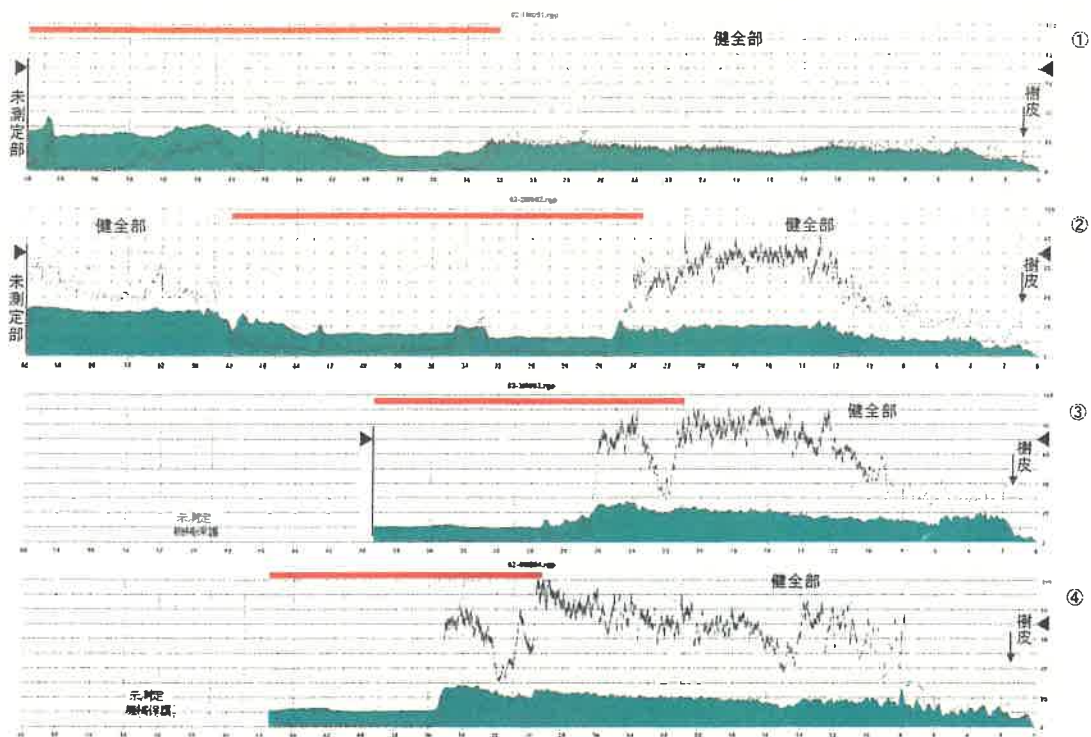
想定断面図



t/R率	各測定方向のt/R率とt/R率の計算式	
	① 0.411 = 31.0 / (153.0 / 2 - 1.0) ② 0.439 = 34.5 / (159.0 / 2 - 1.0)	
	③ 0.260 = 19.5 / (153.0 / 2 - 1.5) ④ 0.359 = 28.0 / (159.0 / 2 - 1.5)	
腐朽 空洞率 (%)	39.9 %	空洞率計算式(未測定部分は腐朽空洞部として計算) ($\frac{153.0 - 1.0 - 1.5 - 31.0 - 19.5 + 159.0 - 1.0 - 1.5 - 34.5 - 28.0}{153.0 - 1.0 - 1.5 + 159.0 - 1.0 - 1.5})^2$
所見		

未測定部の全てが腐朽空洞部である可能性は低い。t/R率が1方向で30%未満、かつ推定される腐朽・空洞率が30%を大きく
超え強度上の問題が認められる。有効な支柱の設置等の特別な事情がない限り、撤去・更新を検討することが望ましい。

測定結果



凡例 ▶ データーの終点 ■ 異常(腐朽空洞)部 緑帯は回転抵抗、波線は前進抵抗を表す ◀ データーの開始

根株診断カルテ(レジストグラフ)

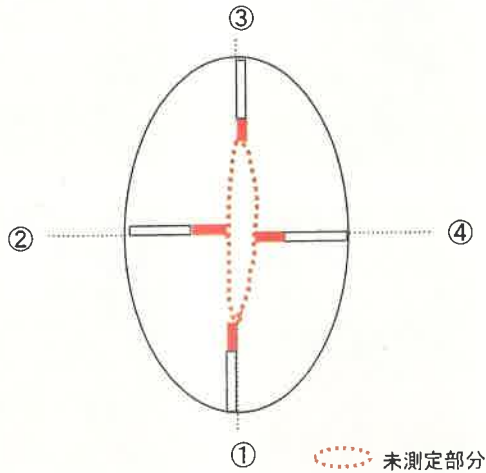
事務所名

興國緑化株式会社

NO. 03n

NO. 03h																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

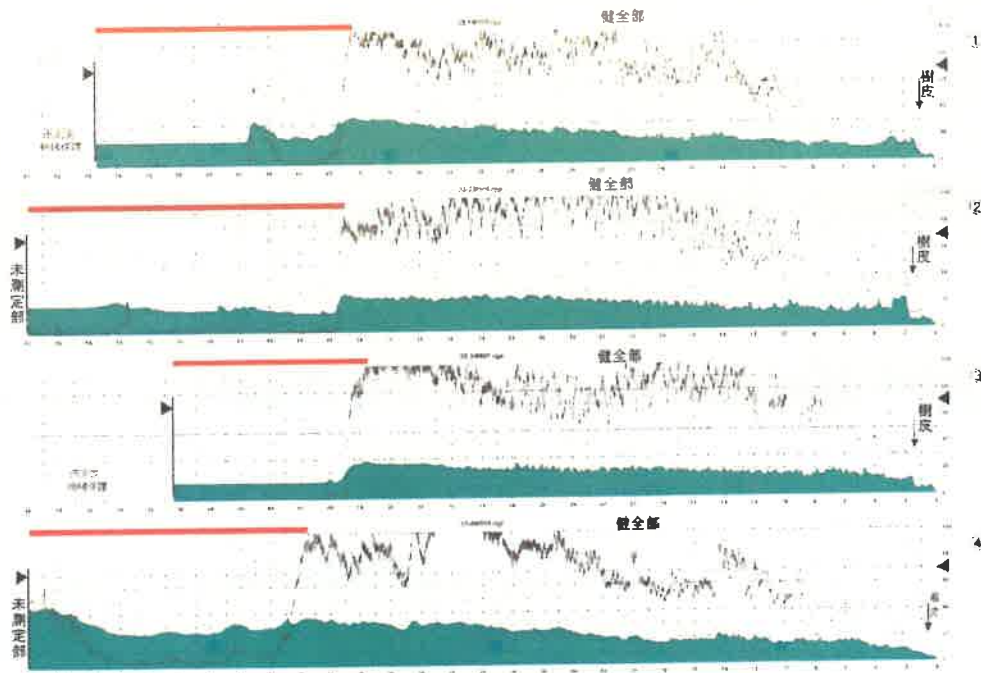
想定断面図



t/R率	各測定方向のt/R率とt/R率の計算式	
	$\textcircled{1} 0.339 = 37.5 / (223.0 / 2 - 1.0) \quad \textcircled{2} 0.543 = 37.5 / (141.0 / 2 - 1.5)$ $\textcircled{3} 0.327 = 36.0 / (223.0 / 2 - 1.5) \quad \textcircled{4} 0.586 = 41.0 / (141.0 / 2 - 0.5)$	
腐朽 空洞率 (%)	33.3 %	空洞率計算式(未測定部分は腐朽空洞部として計算)
所見	$\left(\frac{223.0 - 1.0 - 1.5 - 37.5 - 36.0 + 141.0 - 1.5 - 0.5 - 37.5 - 41.0}{223.0 - 1.0 - 1.5 + 141.0 - 1.5 - 0.5} \right)^2$	

未測定部の全てが腐朽空洞部である可能性が高い。t/R率が全ての方向で30%を超えるが、推定される腐朽・空洞率が30%を超えやや強度上の問題が認められる。有効な支柱の設置等の特別な事情がない限り、伐採・更新を検討することが望ましい。

測定結果



凡例 ▶ データの終点 ■ 異常(腐朽空洞)部 緑帯は回転抵抗、波線は前進抵抗を表す ◀ データの開始



熊川南児童遊園

木槌による打音異常確認状況

作業中



鋼棒貫入異常確認状況

作業中



異常箇所確認状況

作業中



熊川南児童遊園

根株腐朽診断状況(レジストグラフによる)

作業中



根株腐朽診断状況(レジストグラフによる)

作業中



レジストグラフ貫入測定状況

作業中