

# 第15期【第12回】出展技術発表会

支柱埋設部腐食診断装置

## COLOPATスキャン

鋼製支柱の埋設部の腐食状態をスクリーニング

東京理学検査株式会社

杉山 利樹  
長嶋 功一

# 開発背景

近年鋼製支柱の老朽化が進み、経年劣化で発生した腐食により倒壊する危険性が問題となっている。

大きな事故が発生する前に適切な対応が求められている。



腐食を目視で確認できるものや、目視で確認できない埋設部に存在するものがある。

# 開発背景

## 課題として

- 埋設部の腐食は目視ではわからないため掘削する必要がある
- コストの面でも、なるべく健全な支柱の掘削は避けたい
- 照明灯柱や道路標識などは数が多いため、掘削作業による検査は多大な労力と時間を必要とする

**掘削不要、短時間、低コスト**の検査方法が求められる

# COLOPAT スキャンとは

COLOPAT（コロパット）スキャンとは磁場を利用して、街灯や道路標識などの鋼製支柱の埋設部の腐食を診断解析する装置である。全周の腐食状態を波形でスクリーニングできるため、ひと目で腐食の進行度・分布がわかる。



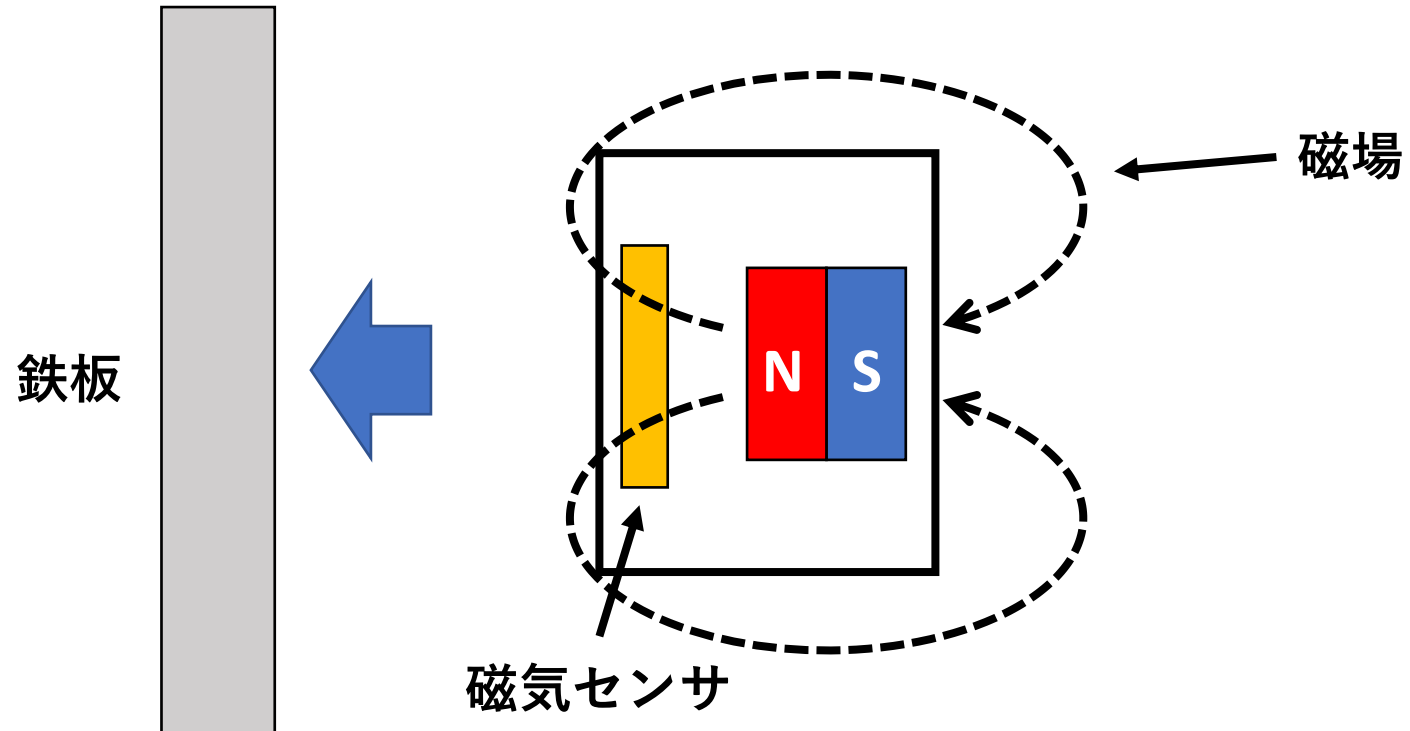
サイズ	100×100×100mm (エンコーダを除く)
バッテリー	9V電池 (6時間連続駆動)

[NETIS登録 \(KT-190105-A\)](#)

# COLOPATスキャンとは

## 基本原理

図のように磁石と磁気センサを配置したときの磁場の状態を計測する。

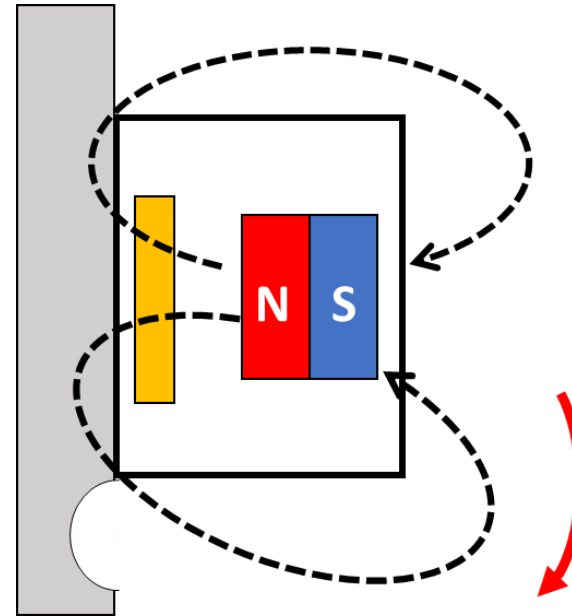
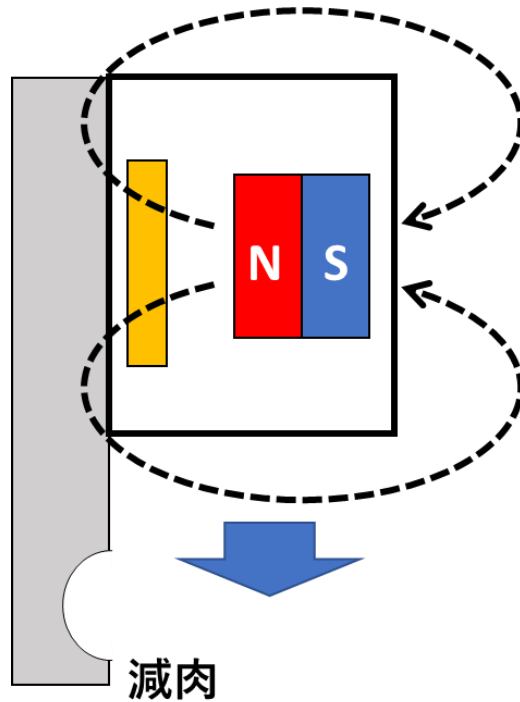


イメージ図

# COLOPATスキャンとは

## 基本原理

減肉した部分にセンサを近づけると磁場が傾き、その変化量をもとに減肉量を導き出している。



イメージ図

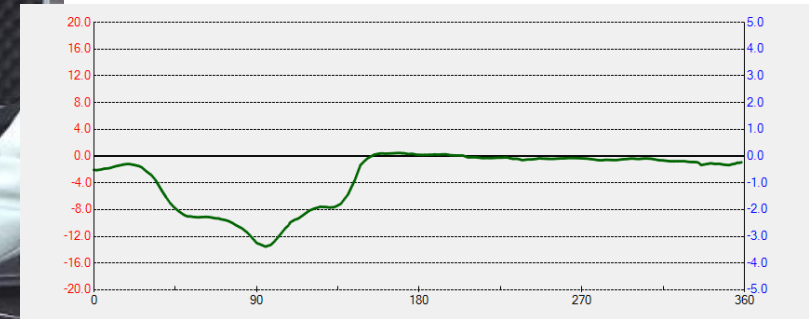
# COLOPATスキャンとは

## 使用環境

現場作業は対象の支柱周辺に作業員1人が入るスペースがあれば検査可能。

Bluetoothによる無線通信のため取り回しが簡単である。

スキャン中のデータはリアルタイムで波形が描画される。



解析波形

# 従来の検査手法『掘削による目視及び超音波肉厚測定』

対象の支柱の周囲をコンクリートブレイカーで掘削し、露出した埋設部を目視によって腐食の有無を判定する。腐食の進行度は超音波肉厚測定機によって残存板厚を測定し、それをもとに判定を行う。



掘削及び目視



肉厚測定



復旧作業



# 従来手法との比較

## 掘削による目視及び超音波肉厚測定 特徴

- 掘削を行うためスペースと機材が必要
- 掘削-検査-復旧の作業工程で1時間かかる
- 超音波による肉厚測定は周の4方向を測定する



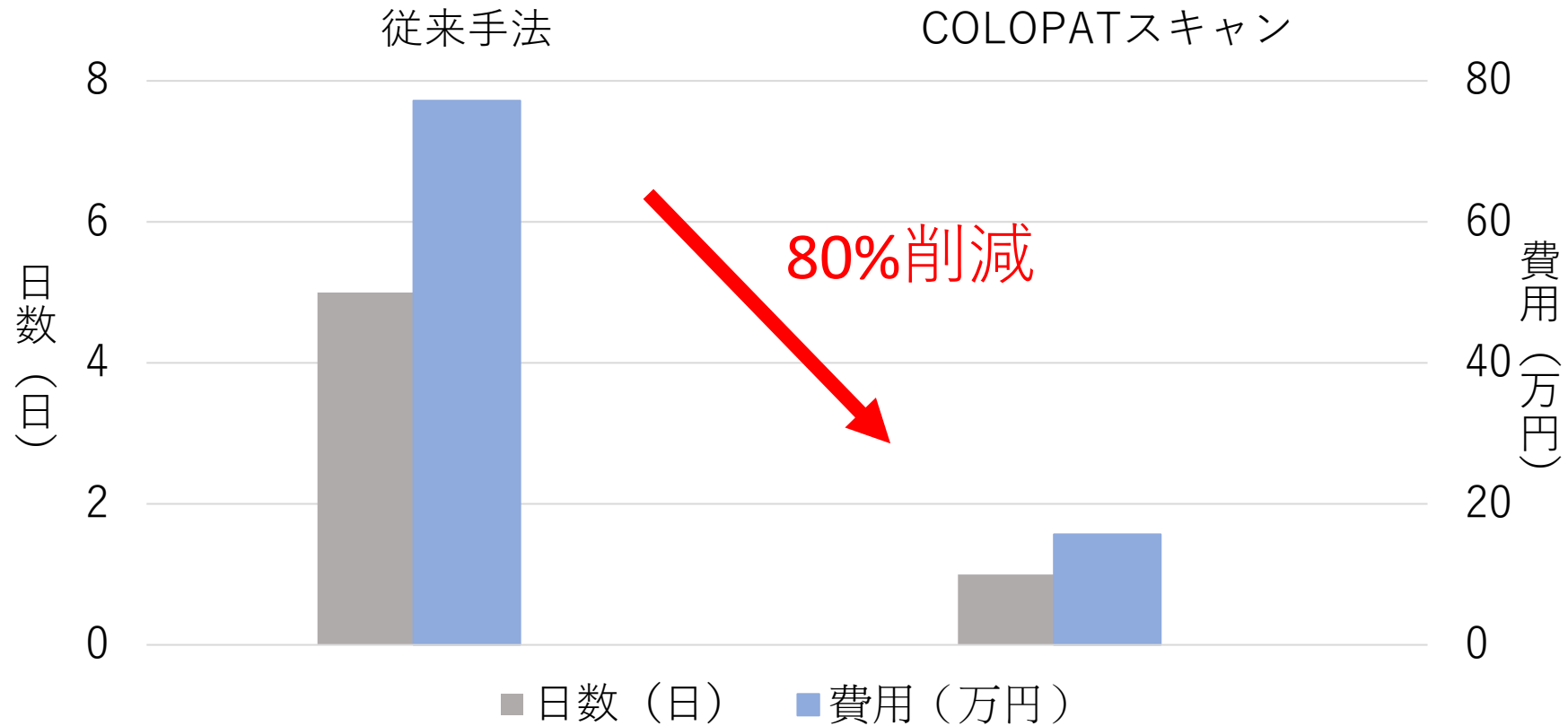
## COLOPATスキャン 特徴

- 掘削・復旧作業などの工事が不要
- 支柱1本あたりの作業時間が5~10分
- 地表面から最大40mmの深さを全周検査



# 従来手法との比較

従来手法とCOLOPATスキャンが街灯30本を検査する際の日数と費用の比較



参考： 国土交通省平成31年度設計業務委託技術単価  
神奈川県平成31年度公共工事設計労務単価表  
申請技術積算方法

# 従来手法との比較

従来手法と比較すると

**施工性の向上**

掘削せず腐食の状態を診断する


**工期の短縮**

短時間で大量の検査が可能

**コスト削減**

健全な支柱の掘削を抑制

# 検査のながれ



対象物の諸データの記録（障害物の有無、円周長さの測定）

健全部にてキャリブレーション及び健全部のスキャン

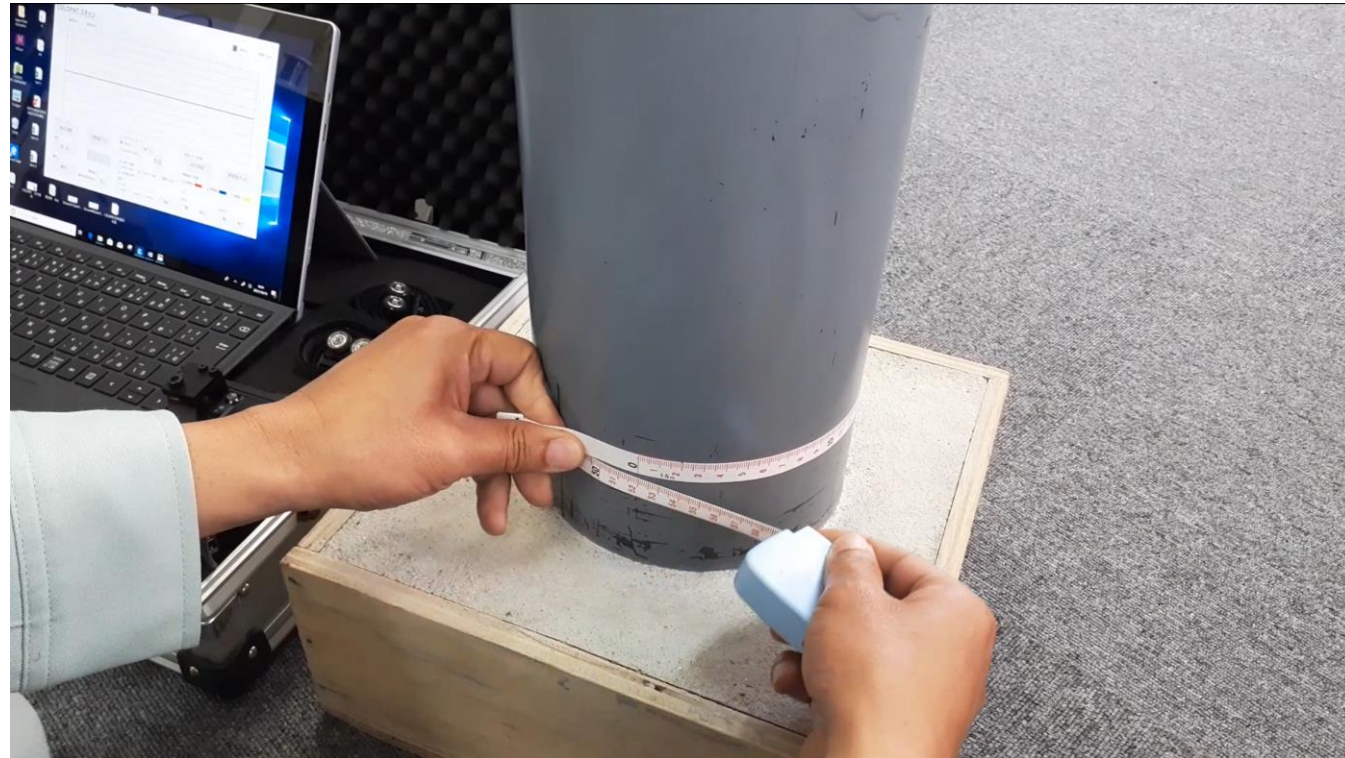
境界部（路面際）のスキャン

健全部と境界部のデータをもとに解析データを出力

解析データをもとに判定

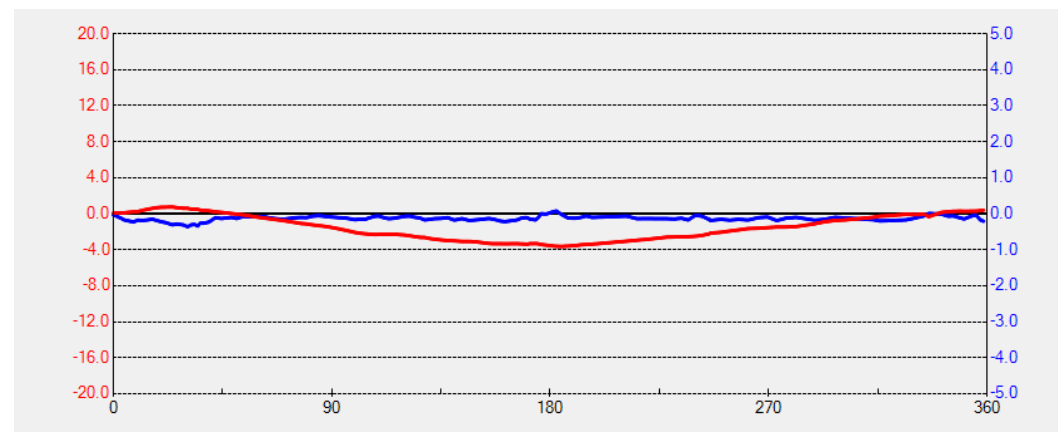
# 検査のながれ

1. 対象物の諸データの記録（障害物の有無の確認、円周長さの測定）



# 検査のながれ

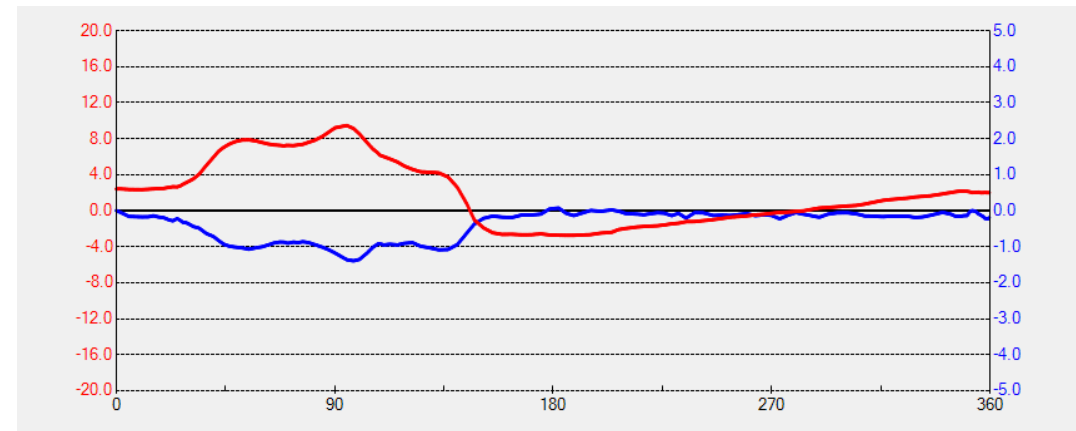
## 2. 健全部にてキャリブレーション及び健全部のスキャン



健全部波形

# 検査のながれ

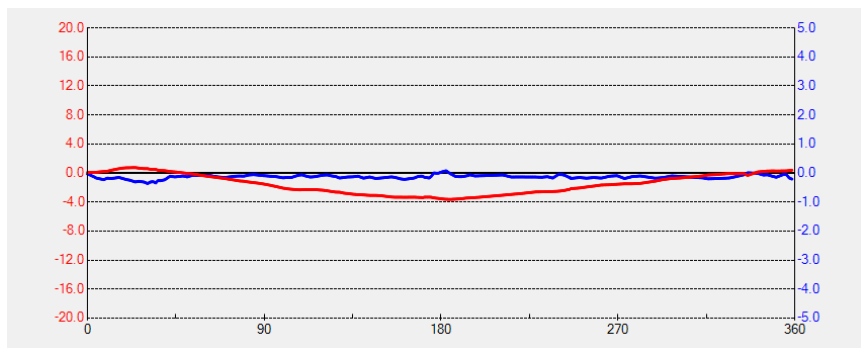
## 3. 境界部（路面際）のスキャン



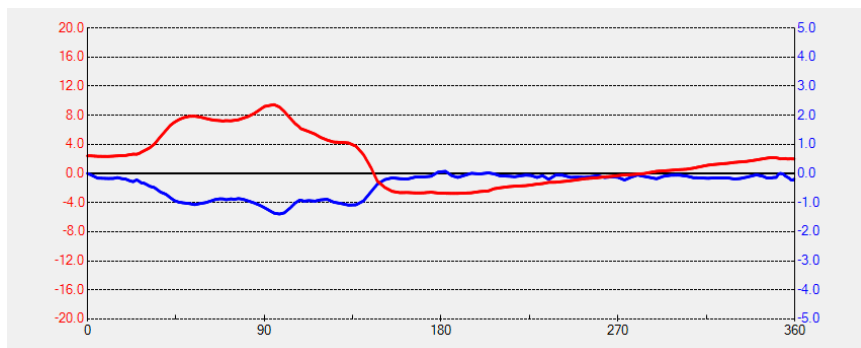
境界部波形

# 検査のながれ

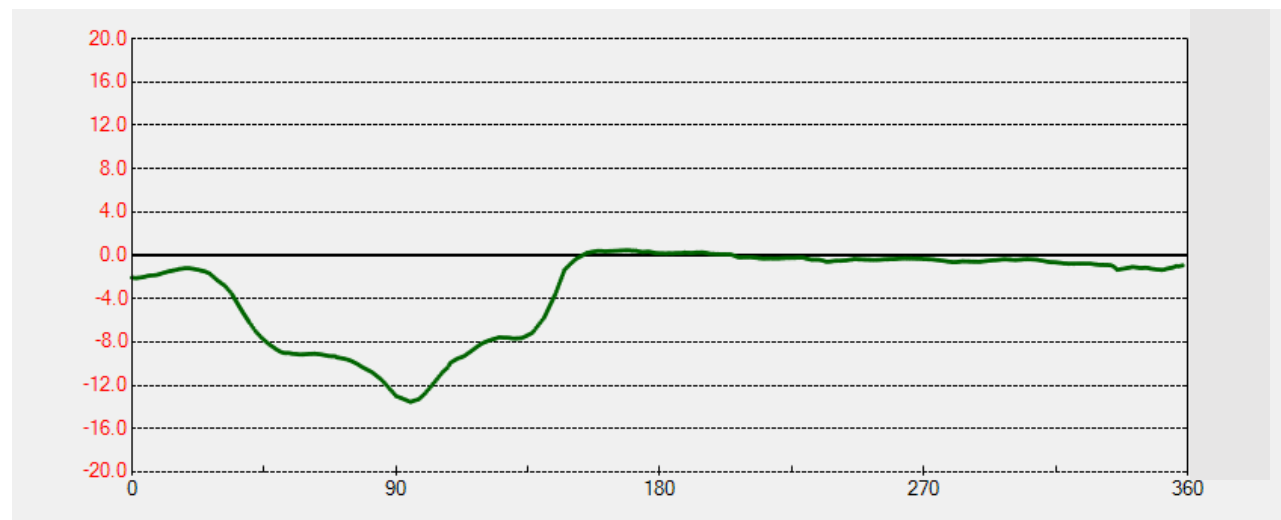
## 4. 健全部と境界部のデータをもとに解析データを出力



健全部波形



境界部波形



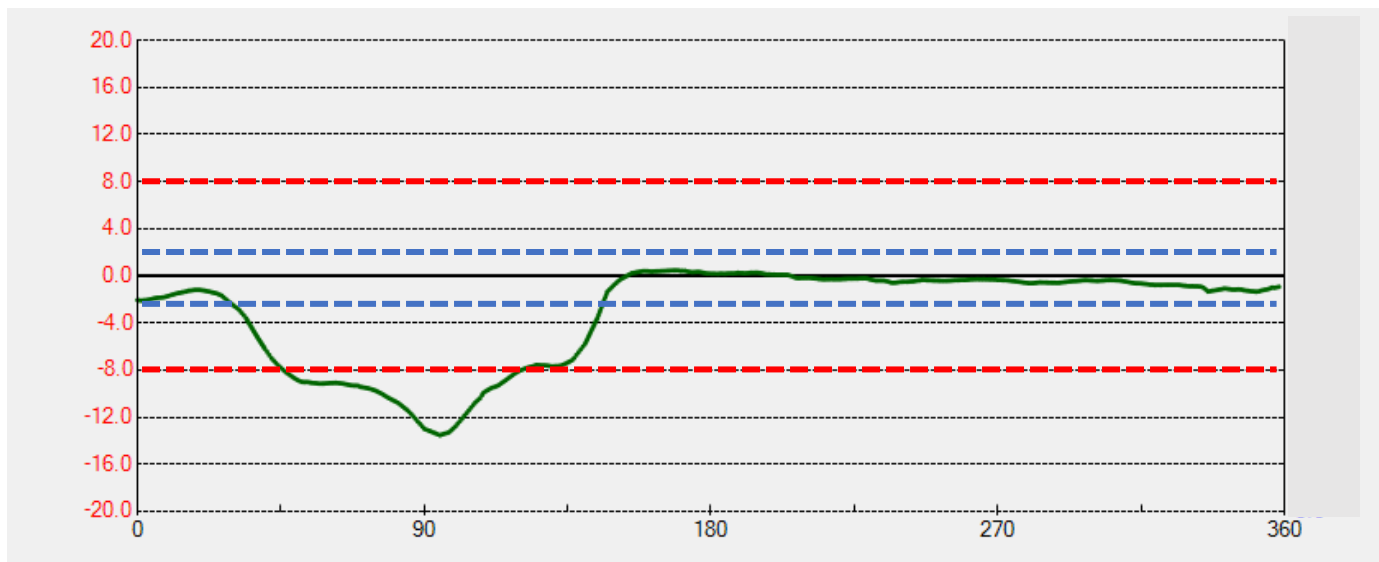
解析波形



# 検査のながれ

## 5. 解析データをもとに判定

横軸は周位置、縦軸は磁場の乱れを表す。しきい値によって腐食の段階を判定する。



(判定例)

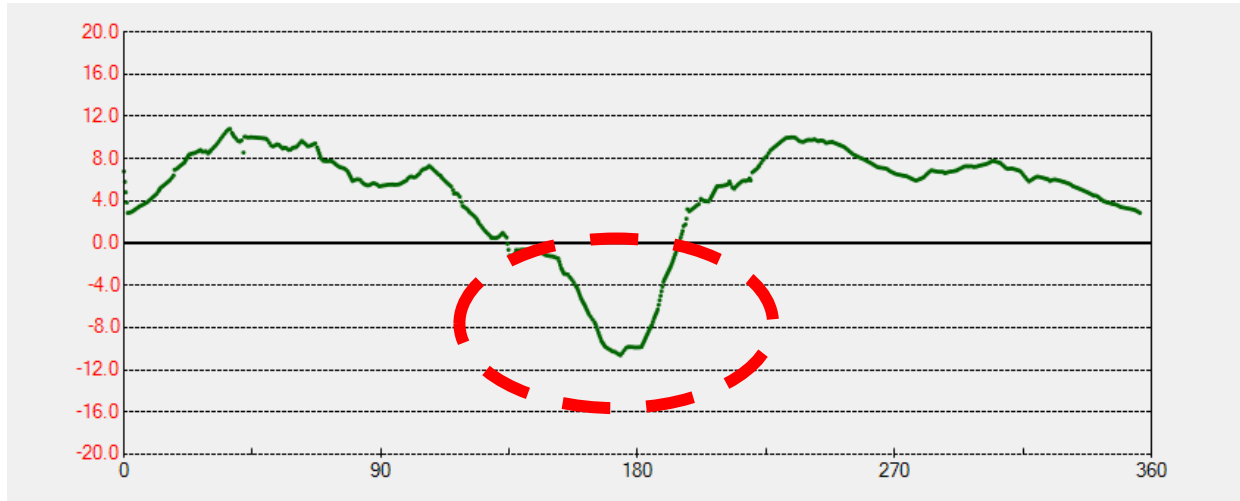
- 青線の内側・・・腐食無し 又は 10%未満の減肉
- 赤線の内側・・・減肉10%以上 50%未満の減肉
- 赤線の外側・・・50%以上の減肉 貫通（100%の減肉）



掘削が必要か判断する

# 検査のながれ

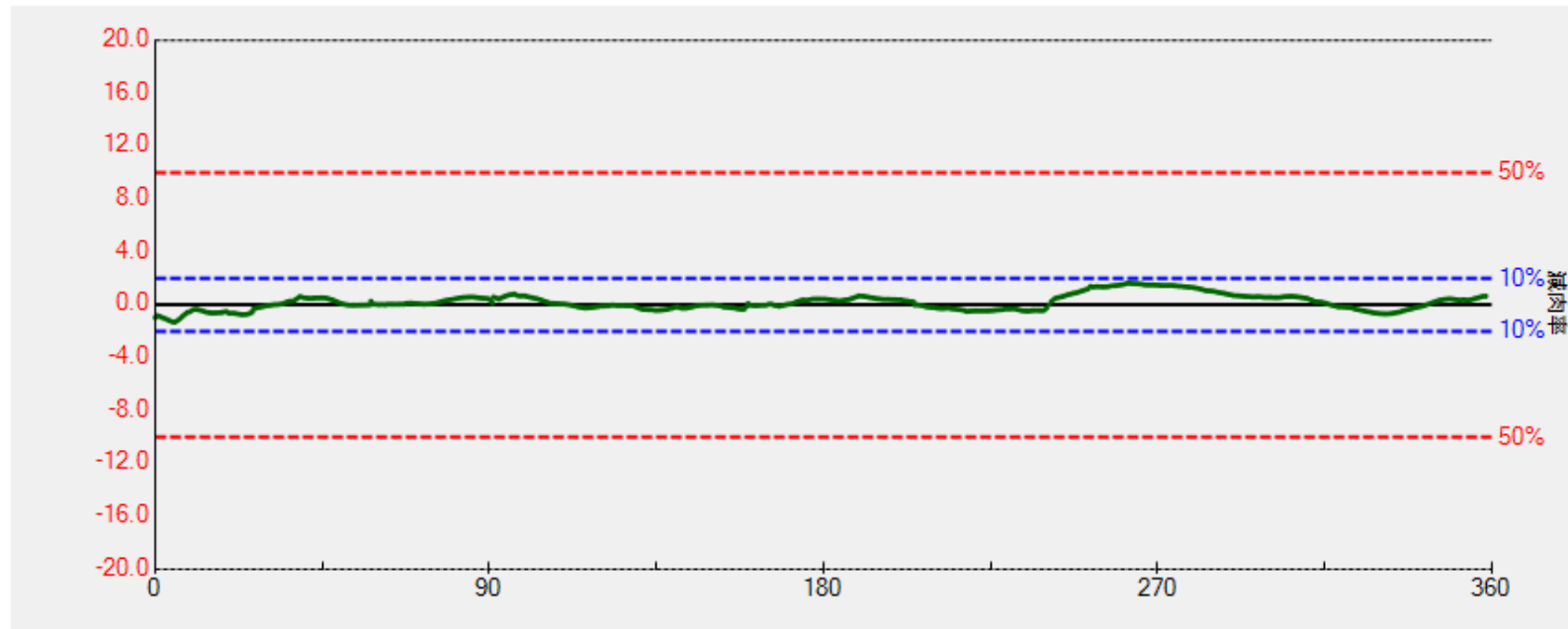
波形の変化量からどの位置に大きな腐食があるかを見つけることができる。



錆によって隆起していると波形は正の領域で大きく変化し、減肉・貫通が生じていると負の領域で波形が大きく変化する。

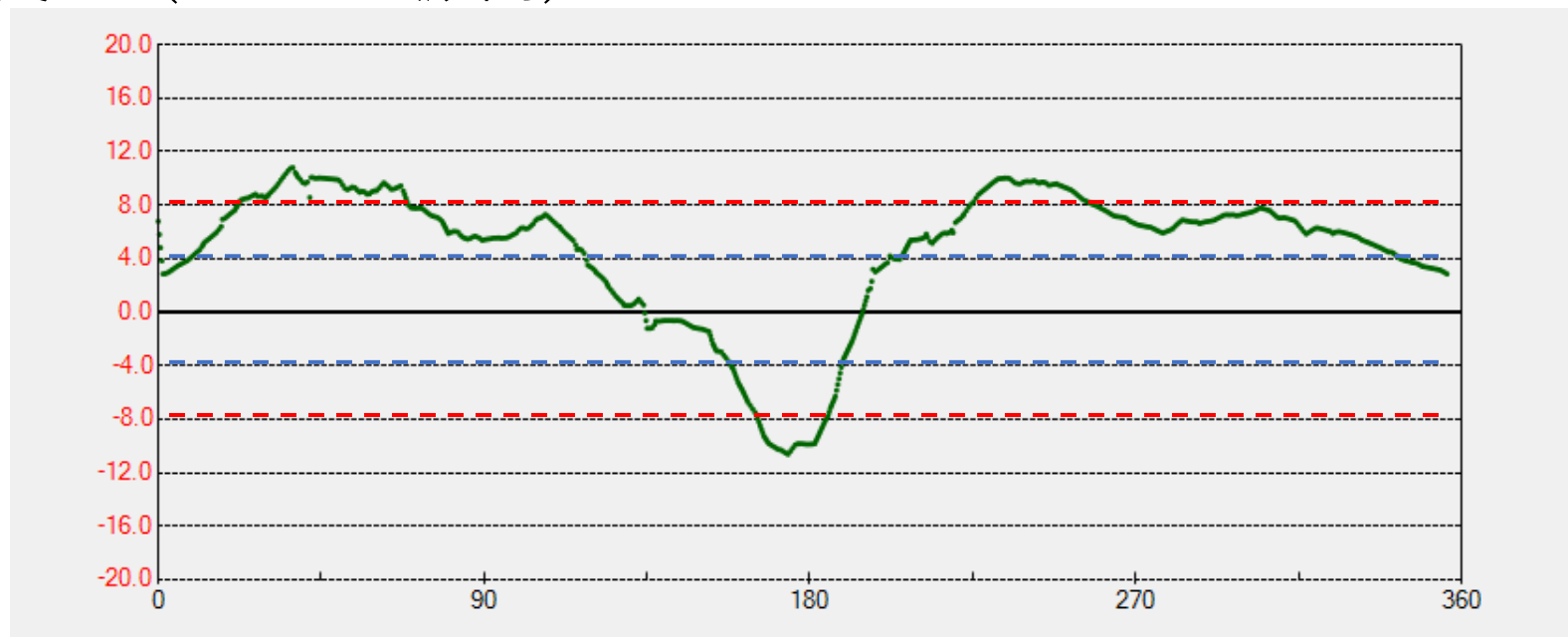
# 解析結果の例

➤ 腐食無し 又は 10%未満の減肉



# 解析結果の例

## ➤ 貫通 (100%の減肉)



掘削前



掘削後



# 適用範囲



## 強磁性体の鋼製支柱であること

磁場を利用した検査手法のため、対象は磁性体の必要がある。



## 走査面に突起物やへこみがないこと

スキャンするうえで多少のガタは解析の段階で処理できるが、正確なデータを取得するには突起物やへこみ、汚れの除去が必要となる。

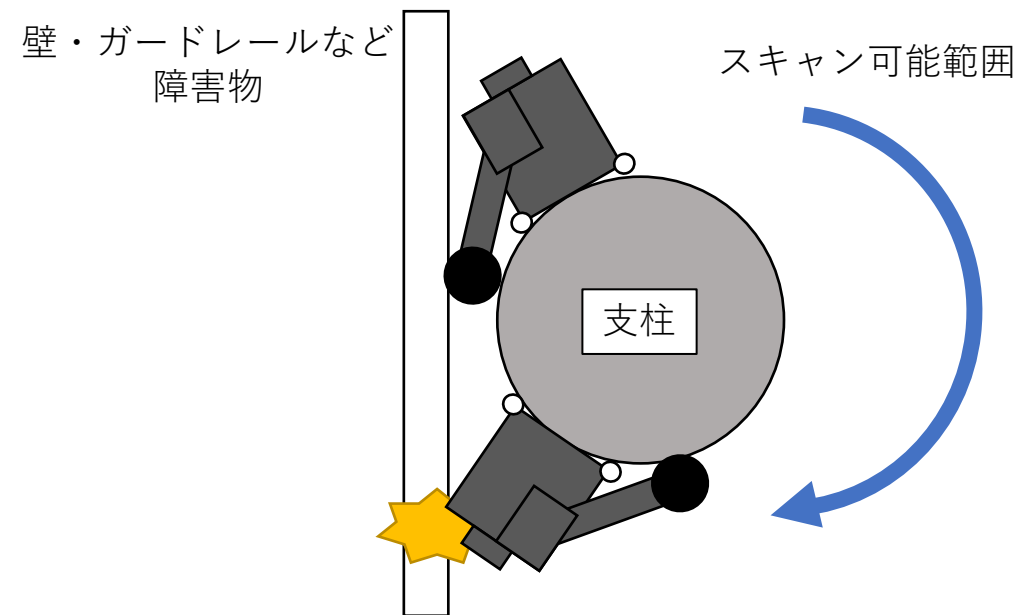
# 適用範囲

## 装置が走査できるスペースがあること

リブが地面に露出している場合や、支柱の付属物、付近の構造物に接触して計測ができない場合がある。



リブが地面から露出している場合  
(装置を取り付けられないため測定不可)



支柱の付近に構造物がある場合  
(走査可能範囲のみ測定可能)

# 実績

- 神奈川県藤沢市にて照明灯根元検査フィールドテスト
- 神奈川県横須賀市にて照明灯根元検査フィールドテスト
- 神奈川県相模原市防災無線柱根元検査 受注
- ゴルフ練習場ネット支柱根元検査 3件 受注

# フィールドテスト概要

協力会社の助力のもと神奈川県藤沢市にて照明灯根元調査のフィールドテストを行った。

掘削前のCOLOPATスキャンの検査結果と掘削後の超音波による肉厚測定での結果を比較し、整合性があるか検証した。(2018年12月)

## 〈装置〉

自社：COLOPATスキャン

協力会社：超音波肉厚測定器

## 〈対象〉

市内に設置された照明灯17本



# フィールドテスト概要

## 判定方法

解析波形にしきい値を設定し、COLOPAT出力値をもとに判定する。

青線の内側・・・腐食無し 又は 10%未満の減肉 ○判定

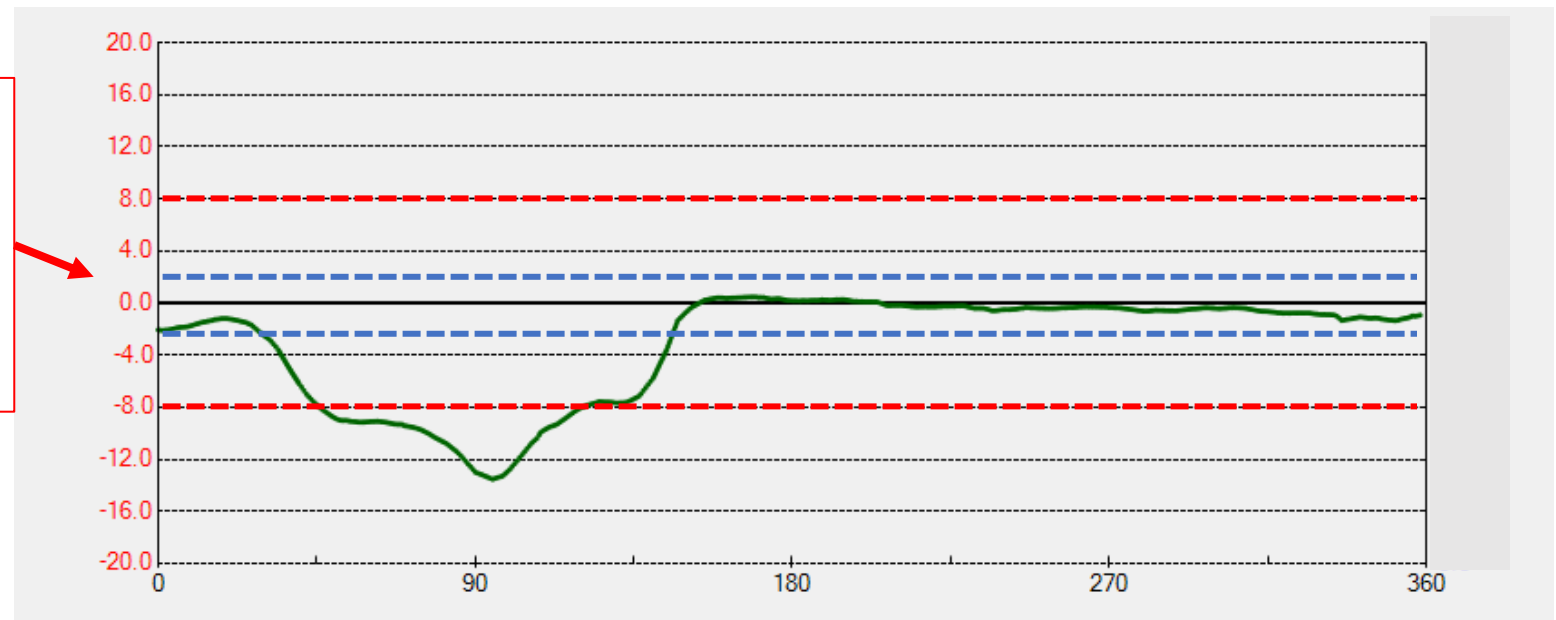
赤線の内側・・・減肉10%以上 55%未満の減肉 △判定

赤線の外側・・・55%以上の減肉 貫通（100%の減肉） ×判定

### COLOPAT出力値

磁場の乱れを表し単位はない

腐食によって対象の形状が減肉し健全部と比較したとき大きく差異が生じると出力値は大きく変動する



# フィールドテスト概要

## 整合性比較

- A . . . 判定が一致
- B . . . 腐食（肉厚減少）と判定しているが肉厚減少率が不一致
- C . . . 腐食の有無の判定が不一致



COLOPATスキャンによる検査



超音波肉厚測定機による測定



両者の減肉率で比較し  
整合性を確かめる

# 検証結果

照明柱 No.	設置経過年数	COLOPATスキャン					掘削及び超音波による肉厚測定					整合性
		3段階評価				判定	板厚減少率(%)				判定	
		0°	90°	180°	270°		0°	90°	180°	270°		
1	36	△	○	○	△	△	46	27	5	51	△	A
2	36	-	○	-	△	△	4	24	13	2	△	A
3	36	△	△	△	△	△	36	41	46	23	△	A
4	32	○	○	○	○	○	0	0	0	0	○	A
5	36	○	○	○	○	○	0	0	0	0	○	A
6	36	△	△	△	△	△	0	0	0	0	○	C
7	37	×	△	×	×	×	100	10	22	2	×	A
8	37	×	△	△	×	×	100	22	20	100	×	A
9	37	△	△	△	△	△	0	0	0	0	○	C
10	37	×	×	×	△	×	59	49	100	54	×	A
11	37	×	△	△	△	×	7	22	7	5	△	B
12	37	△	×	△	×	×	10	63	61	49	×	A
13	37	△	△	△	△	△	18	18	0	10	△	A
14	37	△	△	△	△	△	0	20	0	0	△	A
15	26	○	○	○	○	○	1	1	0	0	○	A
16	26	△	△	△	△	△	0	0	0	0	○	C
17	26	△	△	△	△	△	0	0	0	0	○	C

- 整合率Aは12/17という結果で、腐食している支柱の見逃しは1本もなかった
- 整合率B及びCに関して、腐食の評価を全て過大評価したものであり、過小評価は1本もなかった。
- 課題としてバックデータを今後増やしていき、しきい値の設定を改善し、腐食の有無の判定をより正確なものにする必要がある

腐食無し 又は 10%未満の減肉 ○判定  
 減肉10%以上 又は 55%未満の減肉 △判定  
 55%以上の減肉 又は 貫通 (100%の減肉) ×判定

A・・・判定が一致  
 B・・・腐食（肉厚減少）と判定しているが肉厚減少率が不一致  
 C・・・腐食の有無の判定が不一致

# 検証結果

本フィールドテストは4年前のものであり、現在は多くのバックデータを取得し、しきい値による判定精度も高くなっている。また、現場で運用することで改めて述べると検査速度が高く、従来手法との検査結果に整合性があると実証されたことが大きな収穫だった。

## COLOPAT運用において最大限のパフォーマンス条件

- 掘削作業が容易にできない環境での運用（騒音がない、安全確保が容易）
- 対象の数が多い環境での運用
- 対象同士の距離が短く、連続して設置されている環境での運用
- 検査結果を現場で即座に要求される環境での運用

## 総括・今後の展開

現在は円柱のみの仕様となっているが、角柱への検査の問い合わせも多いことから、検査手法の開発に取り組んでいる。

また、自社運用のみならず他社への販売・貸し出しも考えているため、操作性の向上・マニュアル等の製作も検討している。

老朽化の進む構造物に対し、多くの対象を効率よく検査することができる装置として世の中に貢献できると考えている。