

# ミリ波レーダによる被覆されたコンクリート表面のひび割れ検査装置の実用化開発

日本電信電話 (株) アクセスサービスシステム研究所	正会員	○笹沢信也, 金子英, 内堀大輔
日本電信電話 (株) アクセスサービスシステム研究所	非会員	松宮直規, 望月章志
日本電信電話 (株) マイクロインテグレーション研究所	非会員	岡宗一

## 1. はじめに

NTTは通信サービスを提供するための設備として数多くのコンクリート柱(以下CP)を保有している。安心安全なサービスを提供するため定期点検により設備状況を把握し、その状況に応じて補強、更改を進めている。NTTでは、コンクリート構造物の剛性低下の初期段階にあたるコンクリート表面に発生するひび割れを早期発見するため、特に目視による点検に注力している。しかしながら、凹凸加工された約2mm厚のポリ塩化ビニル製シート(貼紙防止シート)を設置している箇所については、目視点検できない状況であ

った。そこで、我々は貼紙防止シートを剥すことなく、コンクリート表面に生じたひび割れを透視するミリ波イメージング技術を構築し、実用プロトタイプ機の開発を行ってきた<sup>1)2)</sup>。本稿では、現場での使い勝手を考慮した小型で軽量のひび割れ検査装置について紹介する。



写真-1 CPに設置された貼紙防止シートの例

## 2. ミリ波レーダによるイメージング技術

電磁波の中でも30~300GHzの周波数帯をミリ波と呼び、その波長は3~30mmである。NTTでは、77GHz帯のミリ波レーダを用いて、波長の1/10以下の物体を捉えることができる近接場イメージング技術を構築してきた。ミリ波は、布、紙、塗料、プラスチックなどの物体を透過して、コンクリート表面で反射する。また、コンクリート表面の凹凸やひび割れ箇所では散乱する。この現象を利用することにより、被覆材に隠れたコンクリート表面の凹凸やひび割れを可視化することができる。定期点

検ではひび割れの状況を把握したいことから、可視化画像からひび割れを抽出する必要がある。そこで、NTTではミリ波計測と画像解析を組み合わせたひび割れ検査技術を確立した。

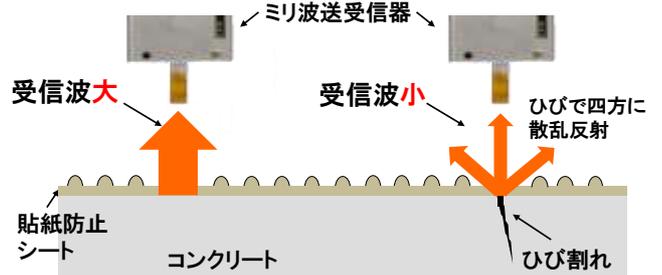


図-1 ひび割れ可視化の原理 (左)表面反射, (右)ひび割れ散乱

本技術の実用化ポイントは2つである。1つは、CPの径が200~400mmと多種に亘ることへの対応である。CPはその上部に架渉する物によって設計荷重が異なり、設計荷重が大きいほど径が太くなる。このような多種径の表面に対して常に測定距離が5mm以内になるような装置形態を取らねばならない。もう1つは、撮像範囲であり、CP表面全体を効率よく網羅する計測方式の確立である。ミリ波送受信器は1つの画素に相当するため、ミリ波送受信器をCP表面全面にわたって走査しなければならない。ミリ波送受信器を複数個利用することで計測時間を短縮するとともに、ひび割れを検知するために必要となる撮像解像度(画素間隔, 走査)の実現が必要不可欠となる。

## 3. ひび割れ検査装置

本装置は、センサ、バッテリー、解析ソフト、走査治具で構成されている。先の課題を踏まえ、センサ内にテーパーロットアンテナを有する強度位相検出モジュールを8個アレイ配置し、車輪に取り付けたエンコーダ信号と同期して8個のモジュールからの信号を一括してデータを取得する。データはUSBメモリに保存され、ユーザが

解析ソフトのインストールされたPCへデータ移動する。そして、解析ソフトにより、計測データの画像化、ひび割れ抽出（ひび割れ有無の自動判定）を実施するものである。

次に、ミリ波センサを用いた計測方法を説明する。センサの筐体側面と走査治具、センサ底面と貼紙防止シート表面に接触するように設置し、センサをCP鉛直方向に往復走査することで1ライン分のデータを計測することができる。このライン走査を円周方向に1センサ幅毎移動させて15～30回程度繰り返しデータを計測することで貼紙防止シート全面の撮像を完了できる。



図-2 ひび割れ検査装置一式（左）、ミリ波センサ（右）



図-3 装置の使用方法

表-1 ミリ波センサの仕様

項目	仕様
撮像素子	8 素子, 5.5mm ピッチ, 44mm 幅
寸法	(L) 189mm x (W) 81mm x (H) 98 mm
重量	約 1kg
消費電力	約 25Wh
駆動時間	連続使用 約 2 時間
電波法	特定小電力無線局取得
対象 CP 径	200～400mm
走査速度	0.25m/sec

#### 4. 原理実験

設備更改により撤去されたCPを用いてひび割れ検査装置の適用性を検証した。本CPにひび割れが4本存在していることをデータ計測後に確認している。図4に示すミリ波画像は鉛直方向への走査（1000mm）を円周方向に7ライン分（300mm）計測したものであり、画像中の円周方向に延びる陰影線がひび割れである。ひび割れ自動検知ソフトを本画像に適用した結果が図4の右図となり、4本のひび割れを検出することに成功している。

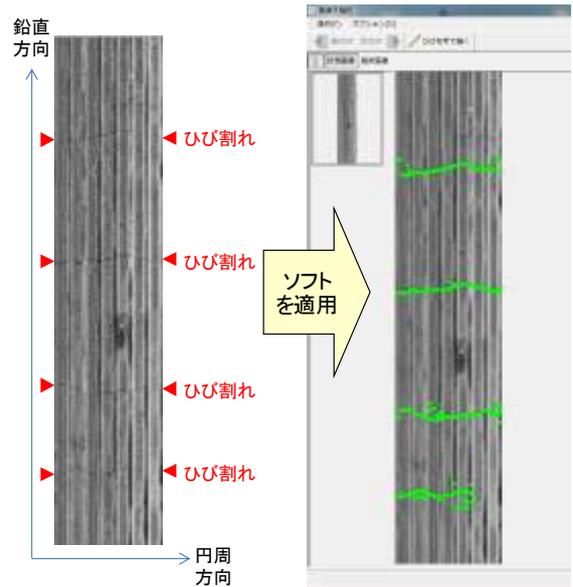


図-4 ミリ波画像(左)、ソフトによるひび割れの抽出結果（右）

#### 5. まとめ

開発したひび割れ検査装置を用いて、現場に設置されていたCPに存在するサブミリメートル幅のひび割れを検出できることを確認した。今後は、目視点検に加え本装置による非破壊点検も実施していく予定である。

#### 参考文献

- 1)都甲・小嶋・望月・久々津：“コンクリート柱貼紙防止シートに隠れたひび割れを検知するためのミリ波イメージング技術”，NTT技術ジャーナル12月号，pp17-20，2011.
- 2)都甲・小嶋・久々津・望月・笹沢・岡：“コンクリート柱貼紙防止シートに隠れたひび割れを検知するためのミリ波イメージング技術”，検査技術8月号，pp9-13，2012.