

令和4年度 推奨技術①

# 小径微破壊コンクリート内部検査 「Single i 工法 (シングル i 工法)」

株式会社ティ・エス・プランニング 代表取締役 さとう さとし 佐藤 智

## 1. はじめに

当社は、建設リニューアルの現場で必要とされる調査・補修に関する技術開発を得意とし、その成果は、原発、ダム、橋梁等の現場で多く採用されています。

「誰もできないことをやる」が当社のモットーで、自社独自の技術開発にこだわり、会社の規模こそ小さいですが、それが故の機動力を武器に、自由な発想で挑戦的な研究開発に日夜取り組んでいます。

## 2. 新技術の概要

「Single i 工法」は、床版の水平ひび割れ等コンクリートの内部欠陥を正確に把握するための小径微破壊コンクリート内部検査手法です。

最初に、φ5mmの極小口径ドリルで穿孔し、特殊カラー樹脂を注入して内部のひび割れ等の欠陥部に含浸させます。次に、樹脂硬化後、同位置にて一周り大きいφ10.5mmドリルで再穿孔することで、穿孔面の欠陥部はカラー樹脂の含浸によって識別が容易になります。最後に、i-SCOPE（高性能内視鏡）で穿孔内面を360度自動撮影することで、内部欠陥の分布状況を鮮明な画像とし

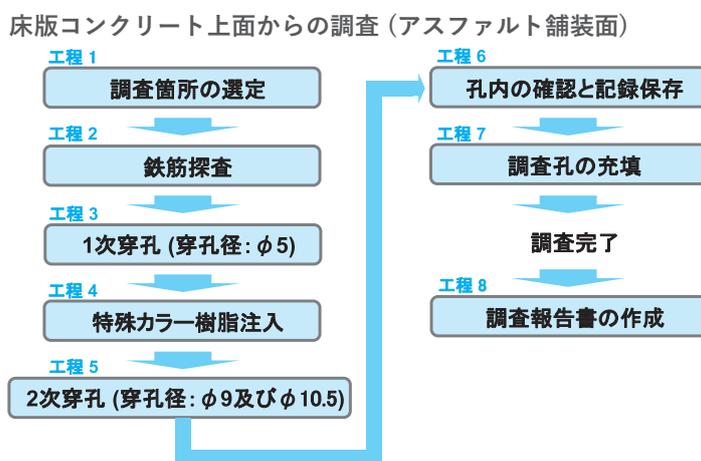


図-1 施工フロー (一般的アスファルト舗装面より)

て記録保存することができます（図-1）。工法の特徴を以下に示します。

(1) Specification

- ・特殊カラー樹脂は浸透性が高く微細なひび割れ調査が可能になり，再穿孔時のひび割れに角欠けが生じません（正確なひび割れ幅の計測が可能，図-2）。
- ・直視レンズによる孔内全景と近接側視レンズによる120度撮影の合成で，孔壁全域の調査が可能です（図-3）。
- ・i-SCOPEをエンコーダで等速挿入するため，画像のひずみが極めて少なくなります。

- ・ひび割れ幅を0.01mm精度で計測，画像記録ができ，ASRリムの観察も可能です（図-4）。
- ・i-SCOPEの記録動画を，特殊映像処理によって1枚の柱状写真に合成できます。

(2) Performance

- ・軽量で運搬，設置に便利です（図-5）。
- ・バキューム装置等で機械を任意箇所に設置でき，作業が迅速に行え穿孔速度も速いです。
- ・調査時間が短いため多点調査が可能です（1カ所当たり約30分）。
- ・穿孔部にi-HUNTERで負圧を掛けて，簡易的なひび割れ有無の判定が可能です（図-6）。

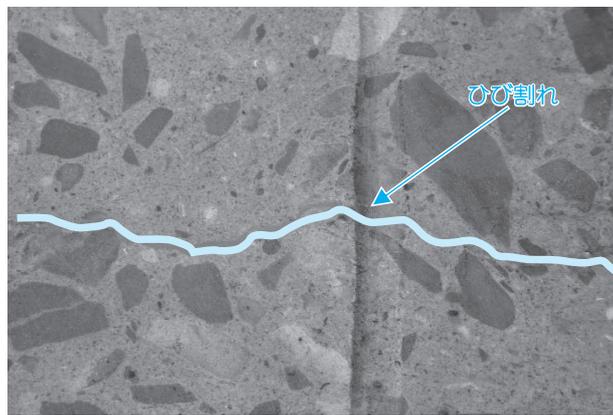


図-2 切り出し床版での確認（角欠け生じていない）

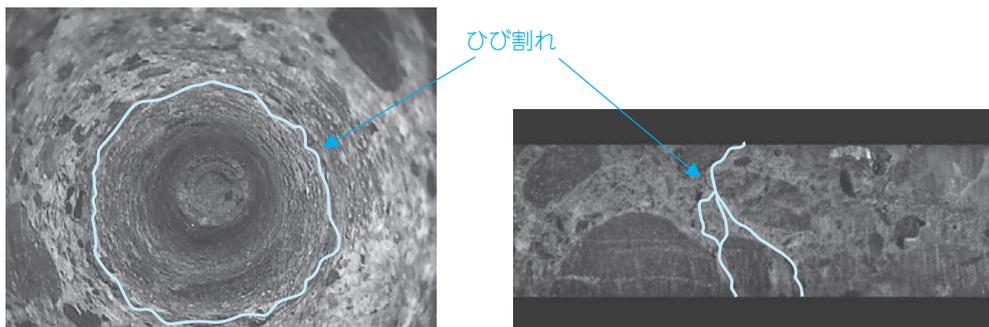


図-3 直視画像と合成画像（左：直視画像 右：側視画像の合成（一部））

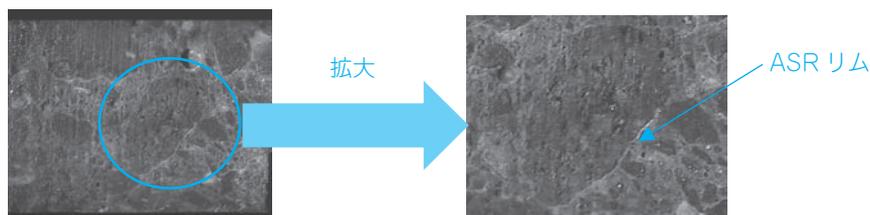


図-4 ASR 供試体の内部撮影（ASR リム確認）

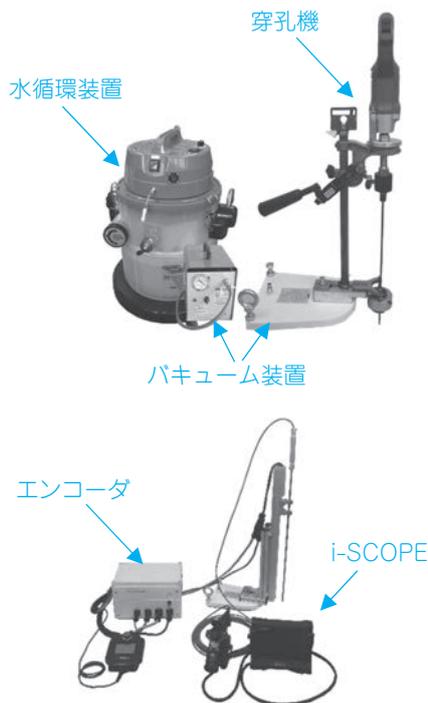


図-5 調査機器 (上：穿孔機器 下：撮影用機器)

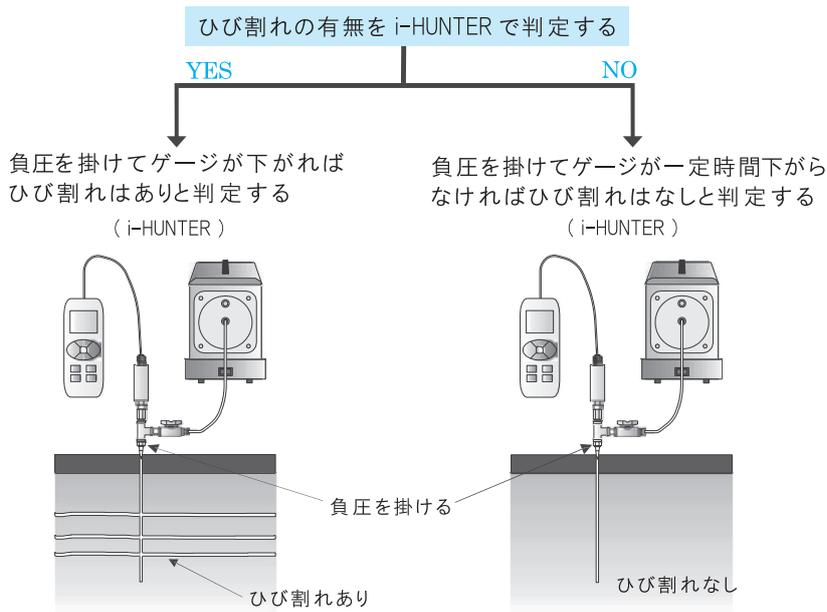


図-6 i-HUNTER (ひび割れ有無判断基準)

- ・1カ所当たりの調査コストはコアボーリング調査より安価です。

### (3) Application

- ・床版の上下面からの調査が可能です。
- ・舗装上からの調査や、鋼板下面から上方に向けた調査も可能です (写真-1)。
- ・最小径カメラの適用で、穿孔径はわずか10.5mmと構造物へのダメージが軽微です (図-7)。
- ・現場でのモニター確認や展開図印刷で結果判断が迅速にできます (図-8)。
- ・穿孔跡には速硬性補修材を充填し、早期の交通解放に対応できます (写真-2)。



写真-1 調査状況 (上：アスファルト舗装面より 下：鋼板下面から)

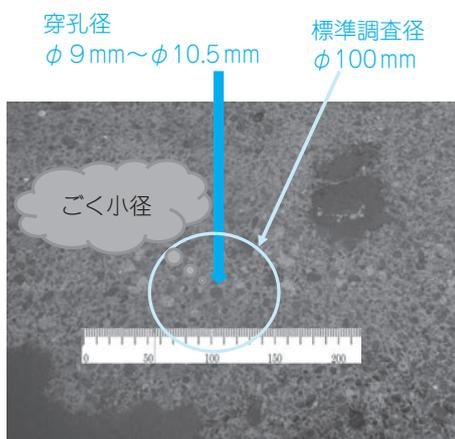


図-7 標準調査径と Single i 工法調査径の違い

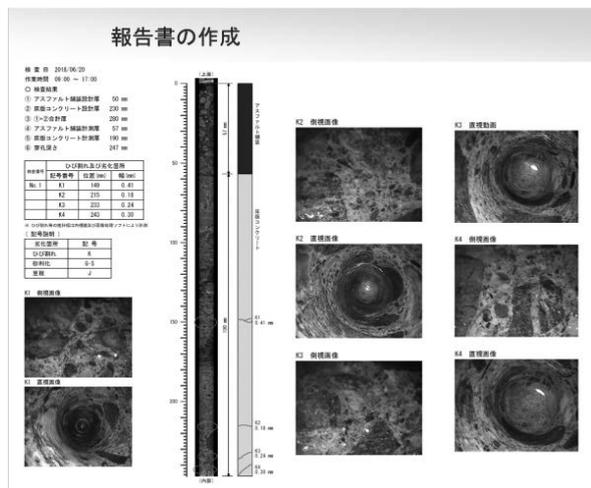


図-8 報告書のイメージ



写真-2 調査後の補修状況（上：材料の反力により完全充填 下：充填完了後）

### 3. 研究開発の経緯

コンクリート構造物の内部欠陥の調査では、超音波や電磁波といった非破壊検査がしばしば用いられますが、精度面での不十分さから、より高い精度のコンクリート内部調査工法が求められていました。そうした中、とある研究機関から、もっ

と精度の高い床版内部欠陥の調査工法について検討依頼がありました。

当社は既にロングビットドリルという微破壊ドリルを開発していたため、これをベースに小型化を図ることで穿孔機は容易に開発できました。

次に、孔内撮影画像の高質化を目的に、高性能内視鏡を自動で等速移動できるエンコーダ装置の開発に着手し、これの完成によって、ひび割れや空洞あるいは土砂化領域の推定も自動計測できるようになりました。

最後に、最も時間を要した画像解析ソフトの開発ですが、幾度にもわたる改良の結果、120度側視撮影動画を4枚合成することで、孔内全域を1枚の柱状図のイメージに仕上げることに成功しました。この作図は現場のリアルタイムモニターでも確認することができ、多くの検査官から好評を得ています。

### 4. 従来技術との違い

従来のコア採取技術は、サンプルを持ち帰り蛍光エポキシ樹脂真空含浸法による観察報告まで1カ月程度の時間を要しました。一方、本工法では現場でリアルタイムにモニター観察することで即時に判断できると同時に、結果が次調査箇所の参考資料となることで調査範囲の絞り込みに大きく貢献し、調査数量の最適化が図れます。

### 5. 社会実装に向けた工夫・留意点

管理者の要望を真摯に受け止め、品質、施工性、経済性を確保した技術開発を心掛けました。また、工法を広く普及させるため、実施協力社を集めて協会を設立し、技術マニュアルの作成ならびに技能研修会の実施によって工法技術者を指導養成し、対応力の強化、技術の信頼性確保に努めました。

## 6. おわりに

市町村道に架かる膨大な量の橋梁の調査には、高度な技術力が必要な調査方法よりも、最低限の要求性能を満たし、誰もが簡易にできる調査工法のニーズが高いと伺っています。

現工法は精度よく丁寧な調査報告を提出できる利点はありましたが、日当たりの調査箇所数が限定的でした。現場の声は、「大まかな数値で構わないから日当たりの調査数が増やせる工法と価格

の廉価版」を期待しています。現在、こうした課題に対し鋭意検討開発を進めており、今年度中にはリリースの予定です。別途に、理論上φ16mm以下で30m穿孔できるマシンを開発済みで（写真-3）、試験穿孔できる現場を探しています。ご提供いただけましたら幸甚です。



<https://www.tsp-co.com>

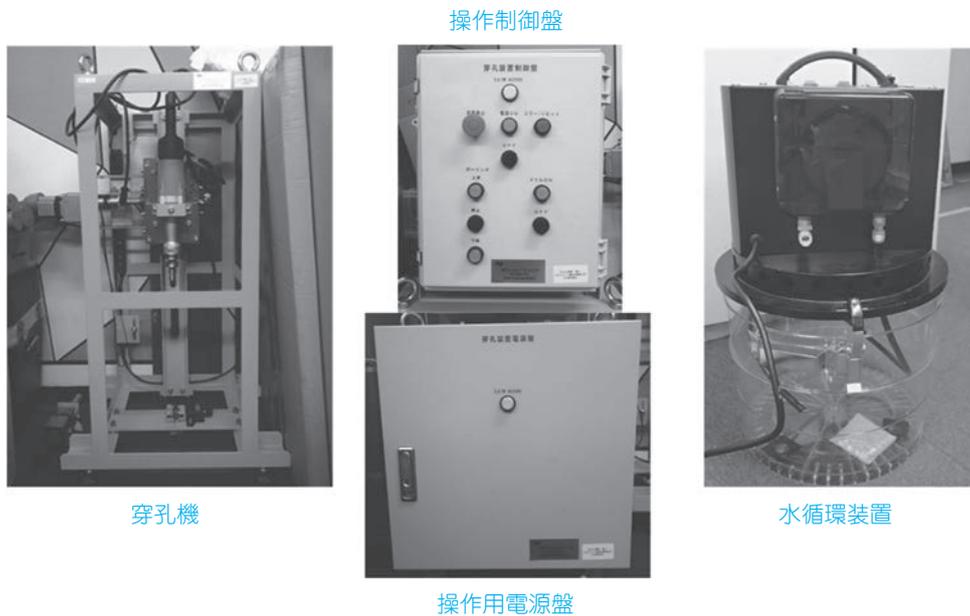


写真-3 30m用穿孔装置（左：穿孔機，中：操作BOX，右：水循環装置）