

# 棒形スキャナによるコンクリート内部の調査手法について

宮本 則幸\*, 梅本 秀二\*\*, 岡本 卓慈\*\*\*, 伊藤 幸広\*\*\*\*, 出水 亨\*\*\*\*\*

\* (株)計測リサーチコンサルタント (〒732-0029 広島県広島市東区福田 1-665-1) miyamoto@krcnet.co.jp  
\*\* (株)計測リサーチコンサルタント (〒732-0029 広島県広島市東区福田 1-665-1) umemoto@krcnet.co.jp  
\*\*\* (株)計測リサーチコンサルタント (〒732-0029 広島県広島市東区福田 1-665-1) okamoto@krcnet.co.jp  
\*\*\*\* 佐賀大学 大学院工学系研究科 (〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町1番地) itoy@cc.saga-u.ac.jp  
\*\*\*\*\* 長崎大学 大学院生産科学研究科 (〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14) demizu@nagasaki-u.ac.jp

## About the Technique of the Inspection in Concrete with the Stick Scanner

Noriyuki MIYAMOTO and Shuji UMEMOTO and Takuji OKAMOTO and Yukihiro ITO  
and Akira DEMIZU

Authors developed the minute destruction inspection technology that checked the neutralization depth and the infiltration depth etc. of the chloride ion by the first diameter hole made for a concrete structure.

It takes a picture of the inside of the first diameter hole made for the structure with the Stick Scanner introduces here, and two or more information necessary for the operation and maintenance is acquired from the inspection hole.

It is an excellent inspection technique in the economy, efficiency, and safety. It is the one to explain the structure, the performance, and a series of inspection procedure of the Stick Scanner, and for the inspection case executed with a real structure to report in this thesis.

**Key words:** Stick Scanner, Image Analysis, Concrete crack, Neutralization depth, Cave, Drilled Hole

### 1. はじめに

わが国の社会基盤構造物は、戦後の高度成長とともに着実に整備されてきた。しかし、この社会資本も誕生から既に50年を経過するものも出てきており、その維持管理の必要性が重要視されている。

また、「コンクリートから人へ」に象徴される様に新たな建設投資の縮減が現実的なものとなり、これからは既設社会資本の延命化を経済的かつ効率的に実施していく時代となっている。

国土交通省では、2009年の重点政策で「安全・安心の確立」の中に、「社会資本ストックの長寿命化やライフサイクルコストを低減するための維持管理」を明言している。

しかし、国をはじめ地方自治体ではその費用面での課題、そして延命化のための評価手法の確立などの技術面での課題など解決すべき課題も残されている。

一方、維持管理のための調査手法は多種に渡って研究開発されているのが現状であり、その進歩には期待も大きい。ここでは、その調査手法の1つとなるコンクリート内部の有効的調査手法を紹介する。

### 2. コンクリート構造物の調査方法の現状

この社会基盤をなす構造物部材には、大きく分けてコンクリート部材と鋼部材に分類する事が出来る。特にコンク

リートは、鋼構造物に比べその劣化機構の種類が多いため調査項目も多くなる傾向にある。

調査手法も目的に応じて数多くあるが、構造物に損傷を与えず調査できる非破壊調査手法が注目を浴び、また期待もされている。しかし、非破壊による調査にも限界があり、また経年を経たコンクリートはその同定が困難であるとされている。

一方、コンクリート構造物の一部をコア採取し検査する方法は一般的に用いられており、圧縮強度・中性化深さ・塩化物イオン含有量・骨材の反応性・内部のひびわれ状況など様々な情報を得ることができる合理的な方法である。しかし、コア抜き検査では、構造物に比較的大きな損傷を与えることから、1つの構造物や部材から多くのサンプルを採ることは行なわれていない。

一般にコンクリート構造物の検査において検査精度を上げるには、サンプル数を多くする事が不可欠である。これは、コンクリートが不均質であり劣化機構の多くが気温・湿度などの環境作用の影響を大きく受け、1つの部材内であっても採取位置によって検査値が大きくばらつくためである。

また、最近では橋梁など耐震補強工事での鉄筋切断事故を契機に、コア抜き検査ができないケースが増えてきている。鉄筋間隔が狭い場合や内部に渡り配筋が過密な場合など、コア削孔の際に鉄筋を部分損傷もしくは切断する危険

性がある場合には、その適用が見送られている。

このようなコア抜き検査の持つ問題点に対して、構造物に小径の削孔を施し、その孔を用いて従来方法と変わらない調査項目が実施できるとすれば、それは大変有効な調査手法と考えられる。いわゆる微破壊調査手法である。ここで紹介する微破壊調査手法は、小孔径の内面をスキャンする技術でその形状から棒形スキャナと言う。本報では、この棒形スキャナの構造や性能および一連の調査手法について紹介し、さらに実構造物で実施した事例について報告するものである。

### 3. 装置の概要

#### 3. 1 棒形スキャナの構造

全体外観を Fig. 1 に示す。本体はスキャナ部と処理部からなり、処理部全体を手動で回転させる事で画像を収録する機構となっている。また処理部の背面にデータ出力するための接続口、起動スイッチ、駆動確認ランプなどが装備されており、データはUSBケーブルによって、外部パソコンに収録する。また、処理部に装備されたSDカードに収録する事もできるため、本体のみの持ち運びで調査を行なう事が可能となっている。また、電源は処理部内に装着する単3電池4個で供給している。

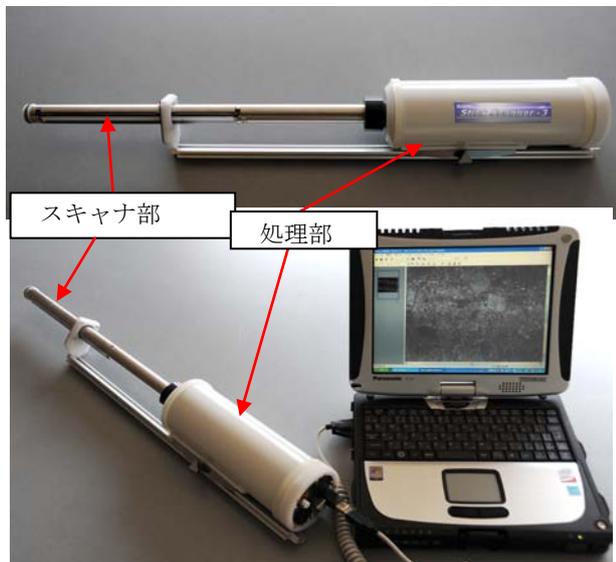


Fig.1 General view of device

#### 3. 2 棒形スキャナの仕様

次にその仕様を Table 1 に示す。棒形スキャナは長さ約70cm、重さ約1kgと軽量で、コンパクトな装置である。読み取りセンサは焦点深度が浅いことから、ピントがあった画像では被写体とスキャナの距離が一定となる。よって、ひび割れ幅などを測定するための基準長を被写体に設けなくても正確に被写体の長さを測定できる事が特徴である。また、解像度が600dpi (dpi=dot per inch) であるため、24.5mm/600dpi で最小読み取り長は0.042mmとなり、極め

て微細なひび割れも測定することが可能である。

収録する画像は2回転分を1データとしており、1画像は孔方向210mm、回転方向160mmの展開画像となる。また、Fig.2のように収録画像を重ね合わせることで、最大350mmの深さまで検査が可能となる。

Table 1 Stick Scanner specification

Item	Specification
Externals	81×94×662mm
Resolution	600dpi
Caliber	φ24.5mm
Effective size	210×160mm (Length×Rotation) (max Length 350mm)
Data preservation	Personal computer/SD Card

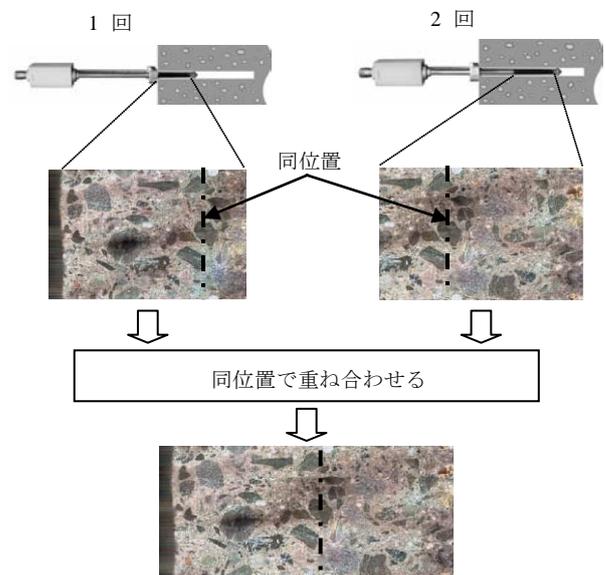


Fig.2 Graphic overlay

### 4. 調査手順

棒形スキャナによる調査手順を fig. 3 に示す。

まず、鉄筋探査によって削孔位置を決定する。そしてφ24.5mmの孔を削孔する。先に述べた様にスキャナの焦点深度が浅いため、この削孔仕上がりが画像精度に大きく影響してくる。次いで、孔内を洗浄、乾燥させる。特に湿潤部分は黒い画像となるため十分乾燥させる必要がある。

ひび割れや空洞などの内部状況を調査する場合は、この状態でスキャンする事で調査が可能であるが、中性化深さの測定では、孔内にフェノールフタレイン溶液を噴霧した後にスキャンを実施する。

塩分浸透状況の調査においては、削孔や洗浄をすべて乾式で行い、硝酸銀溶液を塗布した後でスキャンを行う。

Fig. 4 に調査状況を示す。

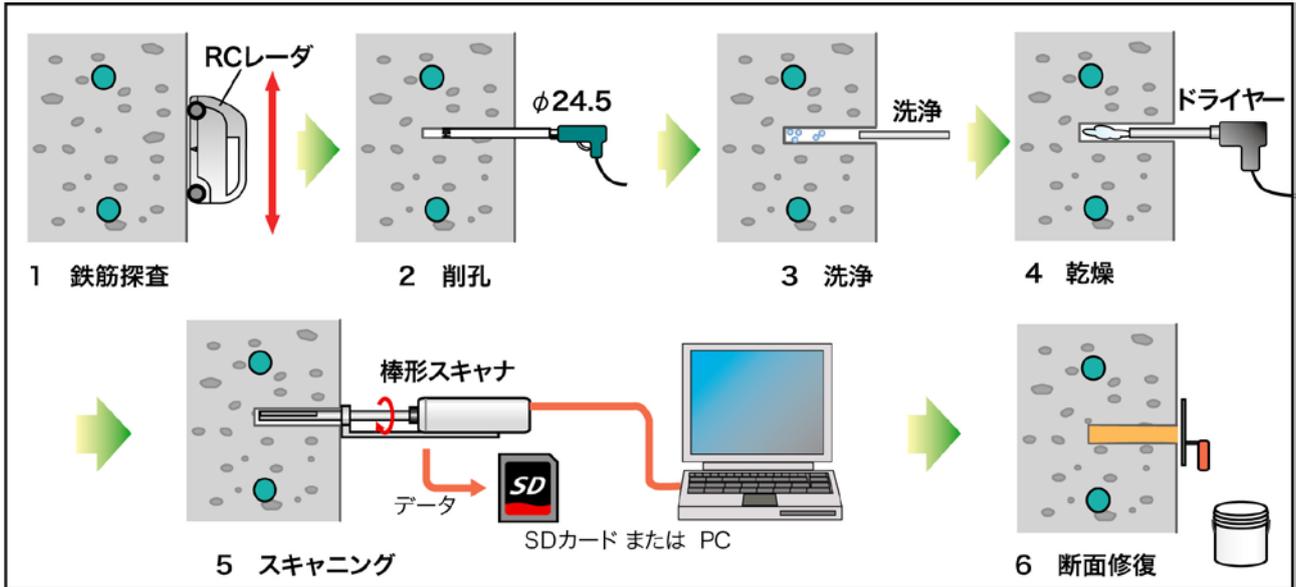


Fig.3 Investigation procedure



Fig.4 Operation situation

### 5. 適応事例

棒形スキャナを用いて実構造物を調査した事例について紹介する。

#### 5. 1 道路橋 RC 床版の調査事例

道路橋の RC 床版では、既設 RC 床版の上面または下面の増厚による補強を行うことがある。Fig. 5 は上面増厚工法によって補強された床版の調査事例であり、アスファルト層表面から既設コンクリート層まで削孔し、層間の状態をスキャンニングした画像である。ここでは、層間に剥離や微細なひび割れは確認されなかった。

このような調査において、従来のコア採取調査を実施すると、ひび割れ面でコアが分裂しその特定ができない。また、ひび割れが無く、各層間が十分に付着している場合であっても、コア削孔やコア採取の際にねじりや曲げの力によって、途中でコアが分裂することがあり、ひび割れの存在の判定が非常に困難となる。

Fig. 6 は下面増厚工法によって補強された床版を下面から削孔し、フェノールフタレイン溶液を噴霧した後のスキャンニング画像である。既設コンクリートとポリマーセメントの層間には剥離が見られず、ポリマーセメントも良好な付着状態であった。しかし、既設コンクリート部分には中性化が進行していたことが明らかとなった。

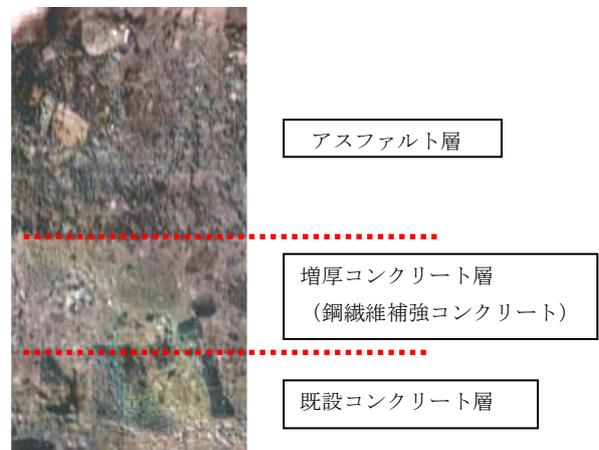


Fig.5 Floor version (Upper increase thickness)

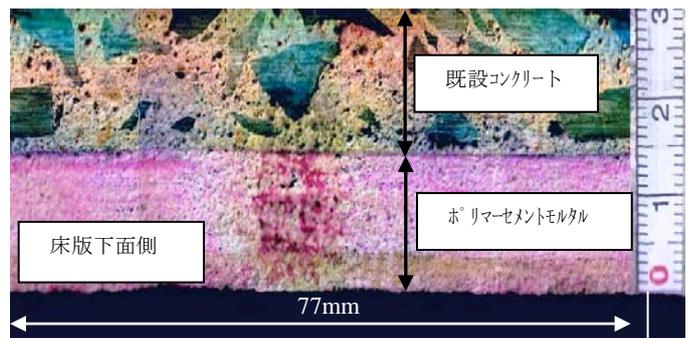


Fig.6 Floor version (Lower increase thickness)

## 5. 2 道路橋橋脚の調査事例

橋脚の耐震補強で増厚したコンクリートに、等間隔に発生したひび割れの調査を行った事例である。調査孔は、コンクリートの表面に対して垂直に、またひび割れが孔の中心を通るように削孔した。

Fig. 7は、原画像に縮尺のスケールを合成し、画像素子ピクセルから計算したひび割れ幅を挿入したものである。孔壁面の展開画像は、細部に渡り鮮明な画像であるため、コンクリート内部の劣化状況をビジュアルに観察できる。Fig. 7から、ひび割れ幅は表面側も内部もほぼ同じ値(0.3mm~0.6mm)となっており、またひび割れ深さは表面から130mm以上と鉄筋かぶりより深く発生していることがわかる。

ひび割れの深さや内部での幅は、ひび割れ発生原因の推定に有用な情報となる場合が多く、このケースでは、ひび割れが深く、内部においてもその幅が縮小しないという典型的な外部拘束による温度ひび割れであると推定された。

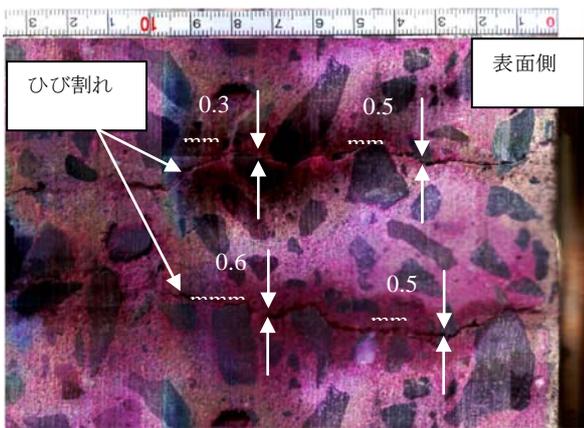


Fig.7 Crack of pier

また、中性化状況については、ひび割れから離れた位置とひび割れ周辺では中性化深さが異なることが判る。これは、内部においても幅が縮小しないひび割れが存在すると、ひび割れに沿って中性化領域が広がると言う説と一致している。このことから中性化深さから構造物の耐久性などを評価する場合には、健全部のみならず欠陥部においても中性化深さを測定する必要がある事が判る。

## 6. おわりに

今後確実に増大することが想定される社会基盤の維持管理のための調査技術においては、安価に、効率的、そして精度良く調査できる方法が重要となってくる。

言うまでも無く、構造物の健全度を適切に評価するためには、あらゆる調査データや、使用環境の状況、設計条件など総合的に立って評価される事が必要であり、そのためにはこれら調査技術も日々精度の向上、機能の向上が望まれるものである。

## 参考文献

- 1) 伊藤幸広, 高橋洋一, 宮本則幸, :コンクリート構造物検査用棒形スキャナの開発, 建設施工企画, No692, (2007), 19-24.
- 2) 浦義裕, 伊藤幸広, 林田雅明, 山内直利, :内視鏡および棒形スキャナによるコンクリート構造物検査方法のための超音波洗浄装置の開発, 平成 15 年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集第一分冊, (2004), 518-519.
- 3) 和泉意登志, 嵩英雄, :コンクリートのひび割れ, 打継ぎ, 豆板部における中性化の進行, セメント, コンクリート, No448, (1984), 50-55.
- 4) 梅本秀二, 宮本則幸, 濱田弘志, 伊藤幸広, :土木学会第 65 回年次学術講演会, (2010), 307-308.