

## 第 2 回フィールド試験議事録

### 【高速走行型非接触レーダーによるトンネル覆工の 内部欠陥点検技術と統合型診断システムの開発】

日時：平成 29 年 1 月 16 日(月)13:00～16:00

場所：岐阜県本巣市根尾小鹿地内 一般県道根尾谷汲大野線 小鹿トンネル

参加者(34 名)

#### 【研究担当者】

六郷恵哲, 沢田和秀, 森本博昭, 羽田野英明, 荻谷敬三

#### 【ME ネットワーク関係者等】

飯島悠甲, 大塚貴之, 川瀬智彦, 加藤一郎, 一川毅彦, 下畑謙人, 翠昭博, 林忍,  
鈴木大樹, 加藤正実, 高木三男, 佐藤淳, 高井健志, 阿部徳男, 鎌田一男, 加藤波男,  
矢島賢治, 片桐充理, 乾敬彦

#### 【説明者等】

安田 亨

#### 【SIP 関係者等】

生井達朗, 古屋俊晴, 大林厚臣, 鶴飼孝盛, 岡田正幸, 西野郁夫

#### 【学生】

山本翔吾, 武田和祥, 水谷美穂

なお、氏名については敬称略にて表記し、司会進行は六郷が行った。

#### 1. フィールド試験概要説明

集合場所(樽見線樽見駅駐車場)にて六郷および技術開発者の安田亨(パシフィックコンサルタンツ)から試験概要と開発技術の説明があり、その後フィールド試験場に移動して、試験の実施、試験結果の検証および意見交換が行われた。

#### 2. 調査車両の説明とフィールド試験の実施

フィールド試験実施に当たり、安田から、調査車両(MIMM-R)と各機能(LED照明, カメラ, レーザー, レーダー)について以下の説明があった。

- ① MIMM-R の意味は MIS (イメージ, 画像), MMS (レーザー) とレーダーの R を加えた名称。
- ② カメラは 20 台設置。車両側面に各 7 台, 上部に 6 台。一度の走行で全周撮影可能。一般のトンネルでは対面交通なので左半分を撮影するという形態をとっている。
- ③ LED 照明は, 歩行者等に支障が無いように指向性を高めている。
- ④ 従来の接触型レーダーに代わるものとして 2 種類のレーダー(計 4 基)を車両に搭

載。覆工表面の浮き、剥離、ジャンカを検出する SIP で開発している内部欠陥レーダーと巻厚、空洞を検出する既開発のレーダーの 2 種類。

- ⑤ 車両上部のレーザーとカメラのシステムが MMS である。車両前側のレーザーは一秒間に 4 万点、後側のレーザーは 100 万点（1 周 5000 点で 1 秒間に 200 回転）を計測する。トンネルの半径 5m 程度では点間隔は 4mm となる。密な点が正確に取れる。レーザーによって座標を読み取り、点群座標と画像により位置同期を可能としている。
- ⑥ レーザーの使用により 3D マッピングおよび変形モード解析を可能とし、カメラによる画像データから 3 次元の変状が把握できる。レーザーの精度は 0.5~1mm である。従来の点検法に比べて本システムが優れている点は客観的な位置情報を持った展開図ができることである。見落とし防止にも役立つ。
- ⑦ 走行計測だけでなく、解析により 3 次元化した画像をデータベース化して、経年的な管理をすることが重要である。

以上の説明の後、フィールド試験が実施された。試験では、側壁の水平目地に沿っての浮きをレーダーで確認し、続いて診断より得られた空洞に対して、接触レーダーを用いての検証が行われた。

### 3. 質疑応答

計測終了後、以下のような質疑応答があった。

- ① レーダーの測定範囲はどのようになっているのか。  
⇒車両屋根部の空洞レーダーは固定してあるので、1 走行で 1 測線を計測する。レーダーは、回転させて向きを変えることで、複測線取れるように対応している。浮き検出のレーダーは 3 基あるため、1 走行で 3 測線計測する。
- ② レーダーは何度傾けることができるか。  
⇒45°まで傾けることができる。
- ③ ひび割れは 0.3mm 以上が抽出できるということは、カメラからの画像処理データだけからなのか、他の機能を使用した上での 0.3 mm 以上なのか。  
⇒画像以外のものは使用していないが、最終的なチェックは人間が行っている。
- ④ SIP での開発目標とされているひび割れ検知能力についてはカメラの画像処理で検出とあるが、SIP での開発レーダーによる浮きやひび割れ幅についての分解能はどれくらいを目標としているのか。  
⇒画像からひび割れ検出するという取り組みは SIP の目標には入っていない。これまでに画像検出、レーザー、空洞検出は開発しており、今回の SIP で開発したものは浮きを診断するレーダーである。SIP では目標設定していないが、カメラによるひび割れ検出 0.3mm 程度以上という設定値は、いろいろな条件を考慮して設定している。カメラの性能は 0.2mm 以上の設定をしている。

⑤ SIP では、主に浮きを対象としたレーダー検出が目標なのか。

⇒目的は2つある。浮きを検出するレーダーの開発と、画像・レーザー・レーダーを駆使して3次元画像を可視化して評価につかひやすく取りまとめるという2目的である。

⑥ 浮きの検出は難しいのか

⇒浮きの検出は難しい。レーダーの電磁波は、内部に何かあった場合に反射してくる特性があり、表面近傍の欠陥検出は難しい。浮き検出のレーダーは、表面から20cm位の範囲を探索目標として、中心周波数3ギガ（帯域2~4ギガの連続波）のレーダーを使用しており、分解能を上げるために周波数を上げている。現状の分解能は2cm程度である。空洞レーダーの分解能5cmに比べて、その半分くらいの精度であり、細かい浮きを検出することは難しい。覆工面から3m程度離れているので探索幅1m位の計測を行い、1mの範囲の中で何らかの欠陥を見つけているという状況である。3m程度離れて、時速50kmで計測することは非常に難しい。

⑦ 浮きが検出できる範囲はどれくらいなのか

⇒3台のレーダーによって6m程度の範囲でとっている。側面よりは普段手が届きづらく、見落としが多くなる上面（アーチ部）での検出を目標としている。

⑧ 技術と人の関係性のバランスが良いと思う。開発のコンセプトはどうだったのか。

⇒どんなに新技術を使用しても、人間の目・耳に勝る技術はなかなか開発できない。最後は、人間が判断すべきである。人が苦手な箇所を機械にやらせる。人がやるべき箇所は、人がやるという仕分けが良い。このコンセプトを持って開発に挑んだ。

(以上)