

## 表面形状計測を用いた鋼繊維補強コンクリート経年劣化範囲の抽出方法の提案

西日本高速道路エンジニアリング四国(株) 正会員 ○廣永厚友, 林詳悟, 橋本和明

## 1. はじめに

高速道路のトンネルでは、地山の地質が悪い区間のはく落対策として、平成11年から数年に渡り鋼繊維補強コンクリート（以下、SFRC）が採用されている。SFRCの防錆処理は不要とされていたが、覆工表面の劣化に伴い、錆びた鋼繊維（以下、SF）の膨張によるセメントペースト片の剥がれ（以下、風化層）が顕在化しており（図-1a）、劣化進行の評価方法や防錆対策の確立が急務となっている。このような背景を受け、本論は覆工表面形状の計測技術を用いたSFRCの経年劣化範囲を抽出する手法について提案するものである。

## 2. 維持管理の課題

図-2は四国採用初期の2トンネルから計16本採取したコアの深さ毎のSF混入率である。コア採取位置は、表面に発錆が確認された箇所と健全箇所をクラウン部と側壁部に分けて採取している。示方配合設計での混入率は約40kg/m<sup>3</sup>であったが、表面から深さ4cmまでの混入率が多いことが確認された。つまり、中性化の進行に伴う発錆を抑制するためには、風化状況に応じて発錆対策を計画する必要があるが、風化状況を把握する方法が確立されていないのが現状である。

## 3. 検討方法

著者らは、光切断法を用い路面の三次元形状から、CTメータによる算出方法を参考に、MPDを推定する表面テクスチャ評価手法を提案<sup>1)</sup>している。風化した覆工表面には、図-1b)のような凹凸が存在することから、本検討ではこの手法を応用し、無規制で走行しながらトンネル覆工表面形状を取得し、図-3の手順で0.25mメッシュ毎のMPDに算出することで、風化層の状態を面的かつ定量的に評価できると考えた。なお、図中の白黒画像は覆工表面形状を表しており、黒領域は凹部分で風化層が剥がれた領域である。

## 4. 評価方法の検討

対象トンネルのMPDを解析し、MPDが0.4~1.5の範囲で、かつMPDの分布がほぼ等間隔になるように50箇所を選出して箇所毎に風化層を採取した。ワイヤーブラシで軽い衝撃を与えて剥がれ落ちた風化層の総重量を検証箇所の風化量とした。なお、1箇所あたりの検証面積は0.5×0.5mの4メッシュ分とし、解析値も4メッシュの平均値と照合した。図-4は検証箇所毎の4メッシュの平均MPDと、4メッシュの風化量の合計の関係を示したものである。MPDと風化量は寄与率0.83と高い相関があることから、本手法により風化度を定量評価できることが確認できた。これより、経年劣化により生じたSFRCの推定風化量をMPDから換算することが可能となる。

キーワード 鋼繊維, 推定風化量, 光切断法, MPD

連絡先 〒760-0072 高松市花園町三丁目1番1号

TEL 087-834-1121 FAX 087-834-0150

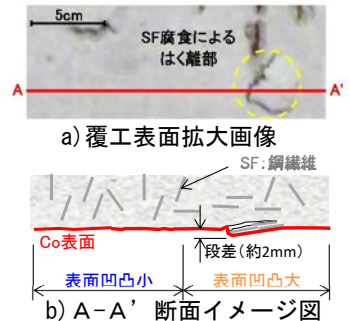


図-1 SFの発錆概要

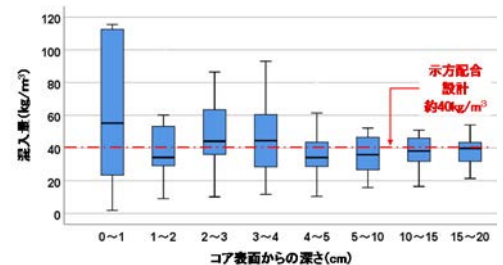


図-2 表面からの深さとSFの混入量

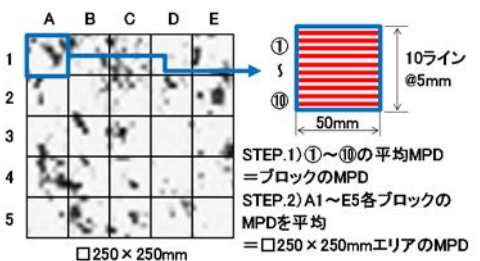


図-3 MPDの解析手順

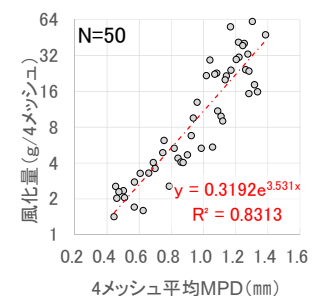


図-4 MPDと風化量

### 5. 評価方法の有効性検証

本検証では、SFRCが採用されている計17トンネルの計測を行い、推定風化量の補修目標値について検討した。図-5はMPD解析値を推定風化量(g/メッシュ)に換算した4,123,947メッシュのヒストグラムである。対象トンネルはSFRC打設時が採用当初のトンネルから後期に至るため、風化状況は様々である。現状では、どの程度の風化量であれば対策対象にするか補修目標値の目安がないことから、この全メッシュのデータの外れ値である全体の95パーセンタイル値1.5以上を「注意」、極値である99パーセンタイル値3.3以上を「要注意」と定義した。

図-6はトンネルごとの総推定風化量と、第三被害に直結するため早期の対策が必要なクラウン部の推定風化量の占有率を整理したものである。全体的にSFRCスパン数の多いトンネルの値が大きい傾向となった。クラウン部の占有率をみるとトンネル毎に傾向が異なることがわかる。トンネル毎の評価により、劣化進行度合いが定量的に確認でき、補修計画に活用できる。

図-7に推定風化量と占有率が異なる図-6のBとHを対象に、スパン単位の1m<sup>2</sup>当たりの平均推定風化量を整理した結果を示す。図中a)は風化が進行しており、全体的に値が大きい、クラウンより側壁の値が高く平均で要注意となるスパンはないが注意となるスパンが多い。一方、図中b)は全体的に値が小さく、クラウン部の値が側壁よりも大きい、注意となるスパンはほとんどなく劣化進行が緩やかなことが窺える。図-8に、より詳細な覆工1スパンにおけるメッシュごとの解析例を示す。ここでは、可視の覆工画像に、本手法による判別結果を重合して風化量の分布を示し、各判別における表面状態の代表例を拡大画像に示す。このように、本手法では対策が必要な領域を詳細に把握することが可能であり、スパンごと、部位ごとに風化量を定量的に把握できれば、対策が必要なスパンを絞り込むだけでなく、第三者被害に直結するクラウン部の優先や、風化の著しい箇所をピンポイントで補修することが可能になる。

### 6. おわりに

本論では経年変化によるSFの発錆状況の把握と対策判断に活用することを目的とし、車線規制が不要な表面計測データを活用したMPDによる推定風化量を提案した。引き続き、SFRCの維持管理に貢献していきたい。

### 参考文献

- 1) 林詳悟, 橋本和明, 明石行雄: 路面性状調査車による排水性舗装の骨材飛散評価手法の提案, 土木学会第68回年次学術講演会, 講演番号V-339, 2013.9
- 2) (社)日本道路協会: 舗装調査・試験法便覧, p. [1] -140-146, 2020

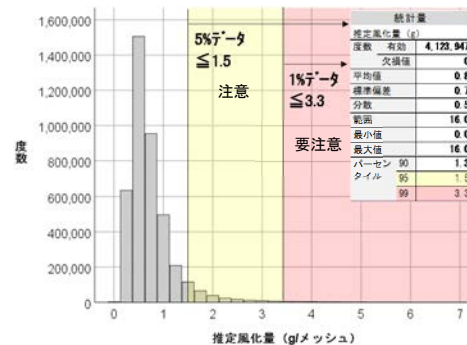


図-5 推定風化量のヒストグラム

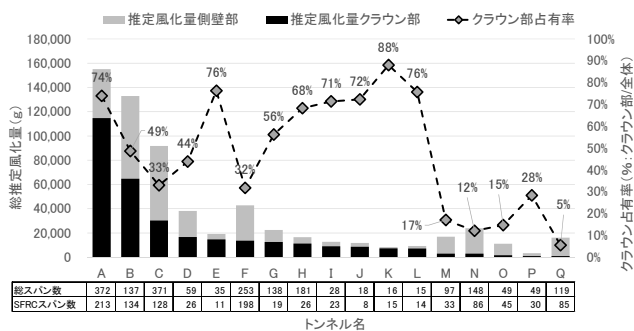


図-6 トンネル別推定風化量

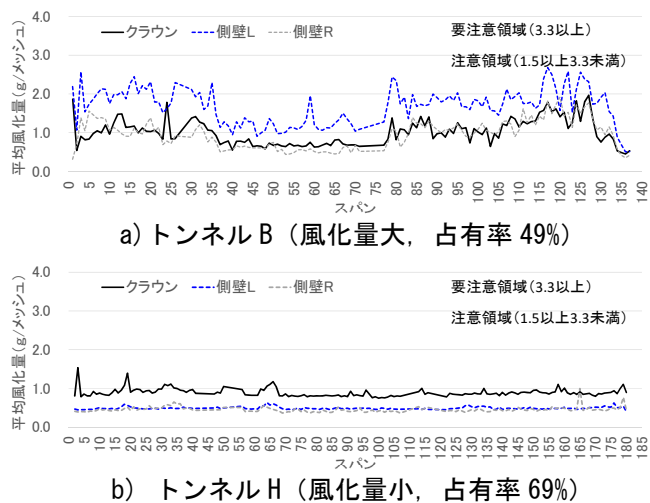


図-7 トンネル別のスパン単位の推定風化量

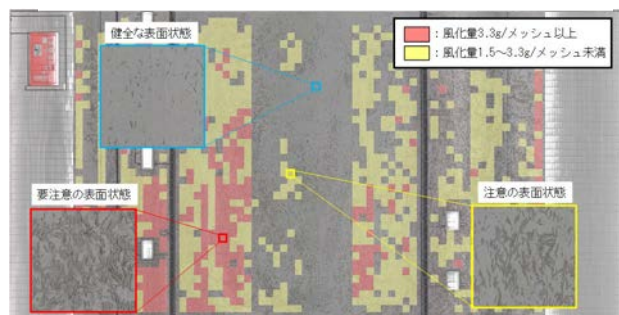


図-8 推定風化量の可視化