

コンクリート構造物の長寿命化

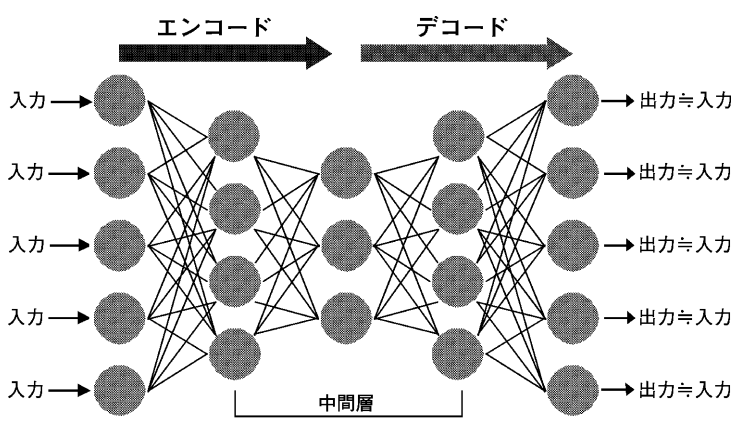


図1 自己符号化器のネットワークモデル

コンクリート構造物の健康状態を判断するために、健全度判定を実施する。健全度は0点から100点といった数値で表示したり、4段階の区分で判定したりする。14年の道路橋定期点検要領の改訂によって区分で判定されるようになった。点検要領によると、点検者でも見落としや記録漏れといったバ

技術者不足の改善と点検の効率化

判定の基準は道路橋の「機能や耐久性」を基準に実施されている。この判定を実施するために、近接目視点検を行う。技能のある点検者によって「ひび割れ」や「浮き」などの変状を確認し、診断可能な専門知識のある技術者が判定する。

わが国では高度経済成長期に多くの社会資本が整備された。2024年現在、人口減少や建設分野の技術者不

変化する社会とコンクリート構造物

足、地方自治体の存続危機などにより、人中心で健康的な社会の実現が求められている。そのため、コンクリート構造物を社会環境に合わせて持続的に活用していく必要がある。調査・診断技術の定量化かつ効率化を求めるために、インベシ

橋梁の長寿命化の必要性が叫ばれて20年程度経過した。この20年に深層学習などの人工知能(AI)技術が目覚ましく発展し、AIによるコンクリートのひび割れ抽出といった話題も聞かれるようになった。また、社会的な変化から建設DX(デジタル変革)やインベシ

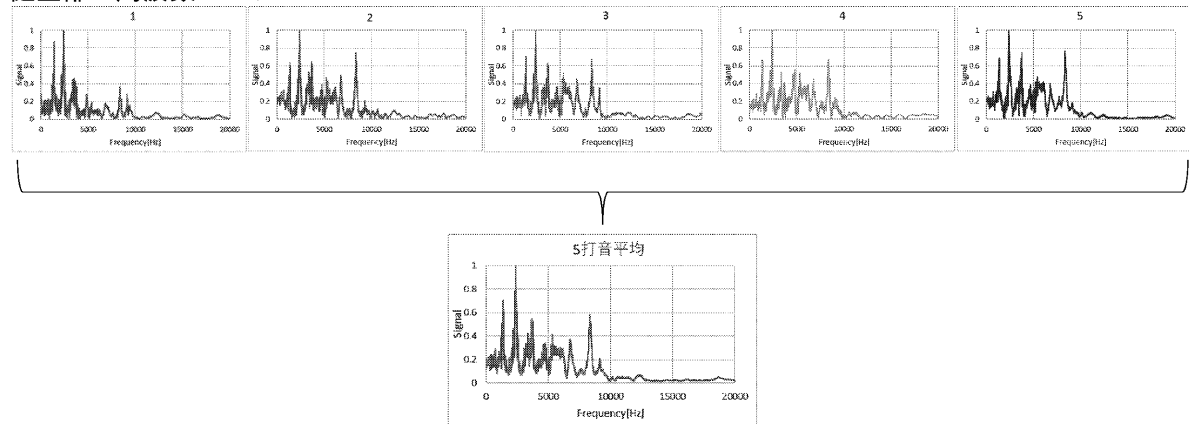
AIを活用したコンクリート構造物の調査技術

ラツキの発生が考えられる。また、点検者は、変状に関して全てを網羅する必要があり、点検ハシ、点検技術者の不足や効率的に変状を調査・記録する方法には課題がある。

鳥取大学
工学部
社会システム土木系学科
准教授 江本 久雄

Step1: 健全部のデータ5つの周波数スペクトルの平均(基準データ)を求める。

健全部の周波数スペクトル



健全部の平均周波数スペクトル(基準データ)

Step2: 基準データの周波数スペクトル A_f と点検データの周波数スペクトル F_f の面積の差分 ΔS を求める。

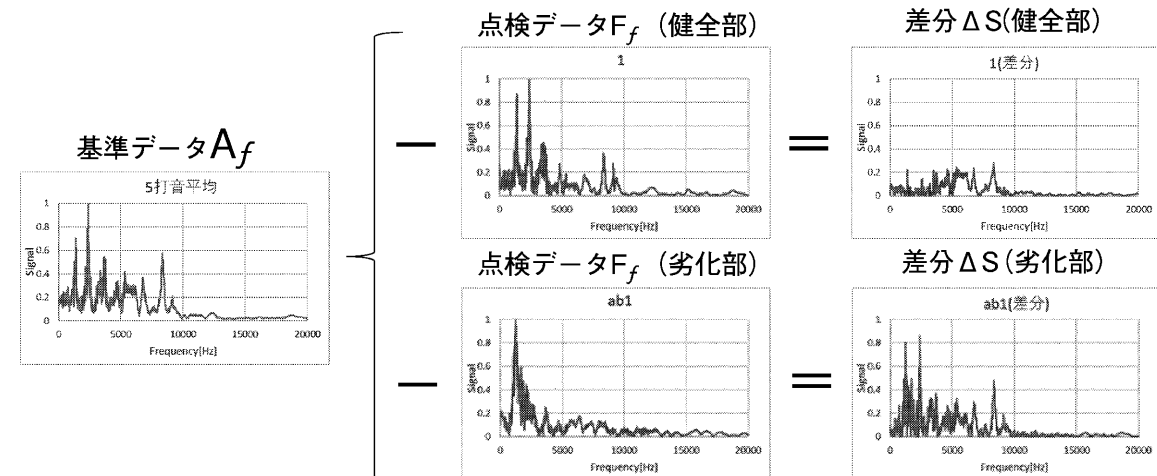


図2 基準データによる異常度の処理概要

なぜAIなのか



打音データの録音の様子

自己符号化器による浮き判定

浮きの変状を把握するための打音データには、写真に示す健全部と欠陥部における点検

左ページ下段に続く

に基づき定式化することによって評価する。ある。ただし、AIは万端ではなく、現象が解析でき原理原則が分かるまでの補助的な支

コンクリート構造物が日本のインフラを支えています。

(50音順)



熊谷組



佐藤工業



清水建設



大成建設



竹中工務店



鉄建建設



東亜建設工業



東急建設



東洋建設



飛島建設



西松建設



長谷工コーポレーション



フジタ



前田建設



三井住友建設



若築建設

コンクリート構造物の長寿命化

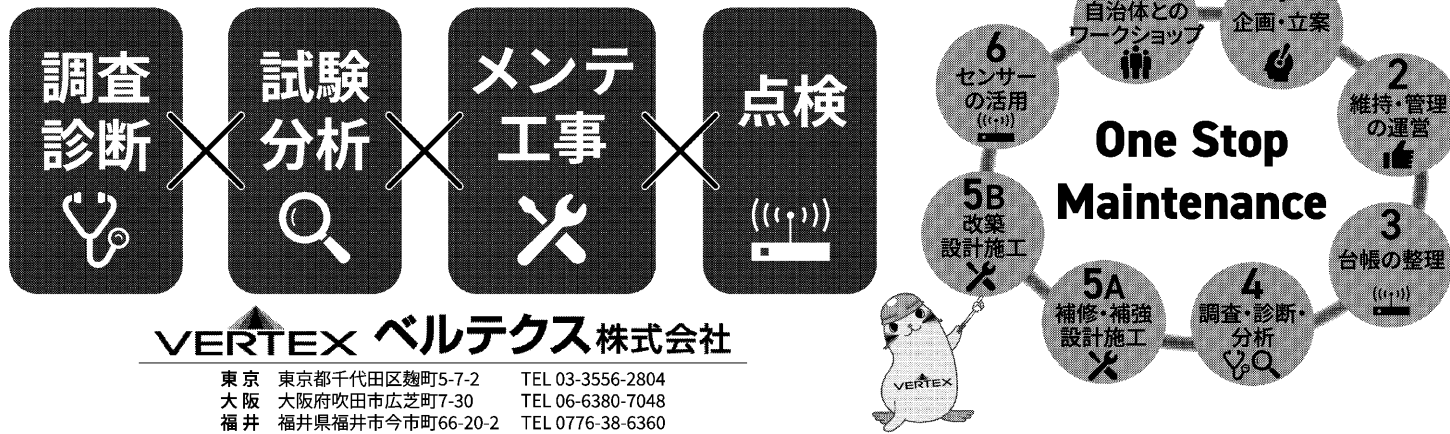
そのために、機械学習である判断すること自然な文章を生成できるような学習では、学習で異常検知を行い、出るようになった。これデータの偏りによって力値における入力値には文章を解析するといふよりも、言語モデルに文章を学習させることで、自己符号化器（Auto Encoder）という方法を用いる。この方法は、機械学習の中でも教師なし学習に分類され入力データだけを用いて学習させるものである。これにより、例えば浮き判定が健全である場合だけを過学習させることで、異常値が入力されると出力値は異なってくることを利用し、浮き判定の適用を試みる。

自己符号化器では中間層のニューロン数を入力層および出力層に対して少なくし、ニューラルネットワークを構築する。自己符号化器のネットワークモデルを図1（右ページに掲載）に示す。

この状態で学習を行わせたとき、入力データは入力層と中間層の間で圧縮され、中間層と出力層の間で復元される。この圧縮過程をエンコードと呼び、復元する過程をデコードと呼ぶ。そして、入力層で学習させたデータで出力層を再現できるような生成モデルができる。また、入力された値と出力された値が等しい場合、中間層において圧縮されたデータはそのデータの特徴を表すデータであると判断できる。

本研究では、自己符号化器の特性を利用して健全部の打音データで学習を行い、入力されたデータが再現できない「健全部」、そうでないなら「劣化部」

「V-PACKAGE」メンテナンスの一連業務をパッケージ化



AI活用がもたらすイノベーション

AIによって、人と会話をしているようなやりとりができるようになり、言語の翻訳で

【参考文献】江本久雄，馬場那仰，浅野寛元，長瀬大和：AI手法による打音検査の浮き判定の検討，AI・データサイエンス論文集，Vol. 1，No. J 1，pp.514-521，2020。

この時、入力値が健全なデータである場合、出力値も同様に健全なものであるため、異常度は小さくなる。一方、入力値が劣化部、出力値は健全なデータに近い値が出力されるため、異常度は大きくなる。この異常度の基準値を設定することで、打音データの識別を試みる。異常度の評価方法を図2（右ページに掲載）に示す。

建設分野においても、これまで実現できなかったことに適応し、「モデル」にデータを学習させることによって、評価や分類ができるようになる。もちろん、実現象の真理の追究は本質を知るために重要である。その結果、定量化や効率化、さらには、評価基準の伝承につながり、長寿命化のイノベーションにつながっていくことを期待する。

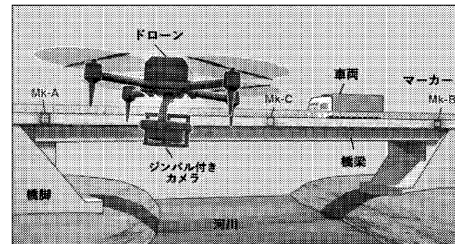
持続可能なインフラへの挑戦

点検・調査から補修・補強設計まで全てお任せください！

【国土交通省：点検支援技術カタログ掲載技術：①BR020049 ②BR020039 ③TN020009】

①ドローン空撮による橋梁のたわみ計測

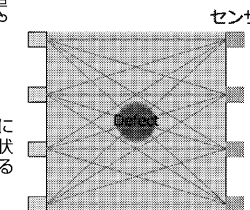
サンプリングモアレ法を用いて画像から生成されるモアレ縞の位相変化から、ドローン空撮でミリメートルオーダーの橋梁の微小なたわみを計測します。



②コンクリート構造物の内部変状検知における弾性波トモグラフィ法

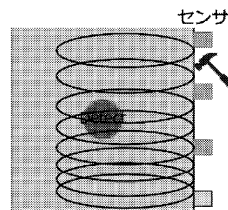
センサを対象構造物の一面に設置し、その対面からハンマー等によって弾性波を発信させ、構造物内部を伝搬する波形データから、ひび割れや空洞等の変状を調査します。

②弾性波トモグラフィ法



縦波の伝達時間から速度構造を評価（入力位置および発信時間が必要）

③表面波トモグラフィ法



表面波伝達時間から入力周波数に応じた深さ部分の評価

③表面波トモグラフィ法

弾性表面波の中で表面を伝播するレイリー波に着目するものであり、片面にセンサを配置した状態で内部状態を広範囲に2D、3Dで可視化する事ができます。



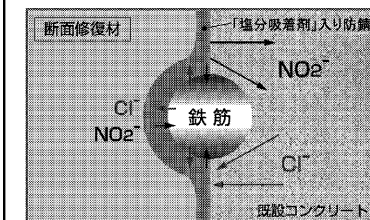
株式会社 CORE 技術研究所

JRSE 塩分を無害化する構造物補修技術 SSI工法®

NETIS登録番号 KK-100009-VE (登録終了技術)

「塩分吸着剤」を活用しコンクリートを長期に亘って守る塩害補修工法です。

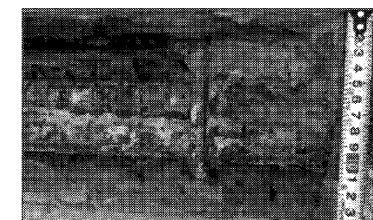
（鉄道総研と旧日本道路公団試験研究所の共同開発）



鉄筋周辺を防錆環境に改善します

SSI工法の実証

- 10年で1000件以上の施工実績！
- 塩害環境で効果を確認（20年経過）



鉄筋状況（腐食は進行せず）

