

メル周波数ケプストラムを用いた打音検査の損傷箇所検出方法について

大成ロテック（株）技術研究所 正会員 ○ 渡部 敬史
 同上 正会員 城本 政一
 同上 正会員 ダントゥエット

1. はじめに

1970年代の高度成長期につくられた多くのコンクリート構造物は、現在50年以上供用されており、老朽化による損傷が深刻化している。コンクリート構造物を安全、安心に使用するためには、適切に点検し、適切に修繕を行う必要がある。しかしながら、コンクリート構造物に発生する損傷の種類は、ひび割れ、剥離、はく落、鉄筋露出、遊離石灰、錆汁、変色など多様¹⁾である。

本論文では、コンクリート構造物の点検で、浮き、剥離等の損傷箇所の検出するために一般的に用いられる打音検査が効率的に行えるように、ハンマーによる打撃音から、自動的に損傷の有無を判別できる手法について検討を行った。判定方法として、音声認識や音声分析の分野で使用されているメル周波数ケプストラム（以下、MFCと呼ぶ）を用いた。MFCは、人の聴覚特性を考慮したメル尺度を用いており、人の聴覚で判別できる違いを、明確に数値化および図化することができる解析手法である。MFCCを用いたコンクリートの損傷判断の検討結果を以下に示す。

2. 損傷箇所の検出方法

コンクリート構造物の浮き、剥離などの損傷箇所検出する場合、前述したように、ハンマーを用いた打音検査を行うことが一般である。しかしながら、打音検査は、検査員の主観により損傷の有無を判別しているため、客観的・定量的に評価することが難しい。

また、コンクリート構造物の損傷状況により、ハンマーによる打音は機微に変化することから、精度よく損傷箇所を検出する場合は、検査員の経験が必要となる。

図-1に弊社構内に設置したコンクリート床板上を打音したときに録音された、時間-振幅を示す。

本報告では、この2つの音声データを用いて、短時間フーリエ変換（以下、STFTという）と、MFCで変換したときの周波数-時間（ケプストラム）の相違が確認されるかを確認した。

ただし、両解析とも0.02secピッチで窓関数をずらしながら計算を行った。

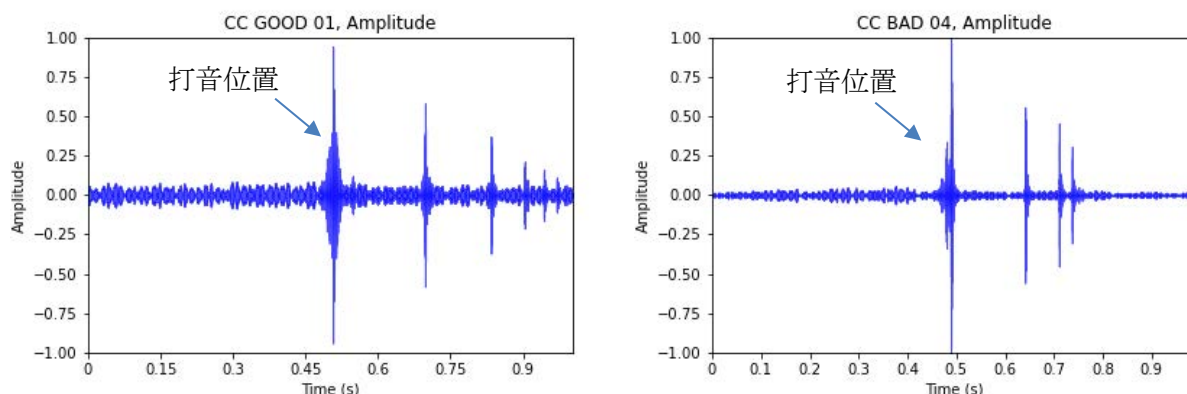


図-1 コンクリート床板の打音（左：健全箇所、右：剥離箇所）

キーワード 打音検査, 維持修繕, 非破壊調査, 損傷箇所検出, メル周波数ケプストラム

連絡先 〒365-0027 埼玉県鴻巣市上谷 1456 大成ロテック（株）技術研究所 TEL 048-541-6511

3. 検証結果

STFT した結果を図-2 に、MFC した結果を図-3 に示す。図-2 および図-3 において、図-1 の打音位置で、低い音から高い音までの周波数成分が含まれている赤い帯がみられる。この赤い帯部分の音圧の高い部分を見てみると、STFT の健全箇所は、2,048Hz 近辺で音圧が高くなっている濃い赤色の部分がみられる。剥離箇所では、音圧が高い濃い赤い部分は 1,024 から 2,048Hz と、健全箇所で見られた部分より広い範囲で音圧が高くなっているが、健全箇所の周波数帯と重なっていることから、STFT では、違いを明確に判定することが難しい。

一方、図-3 の MFC では健全箇所は、4,096Hz 近辺で音圧が高くなっており、剥離箇所では、1,024 から 2,048Hz と広く音圧が高い部分が検出されており、明確に異なる周波数で音圧が変化していることが分かる。

このことから、STFT による解析手法より MFC の方が、用意に剥離の有無について検出できる可能性が見出せた。

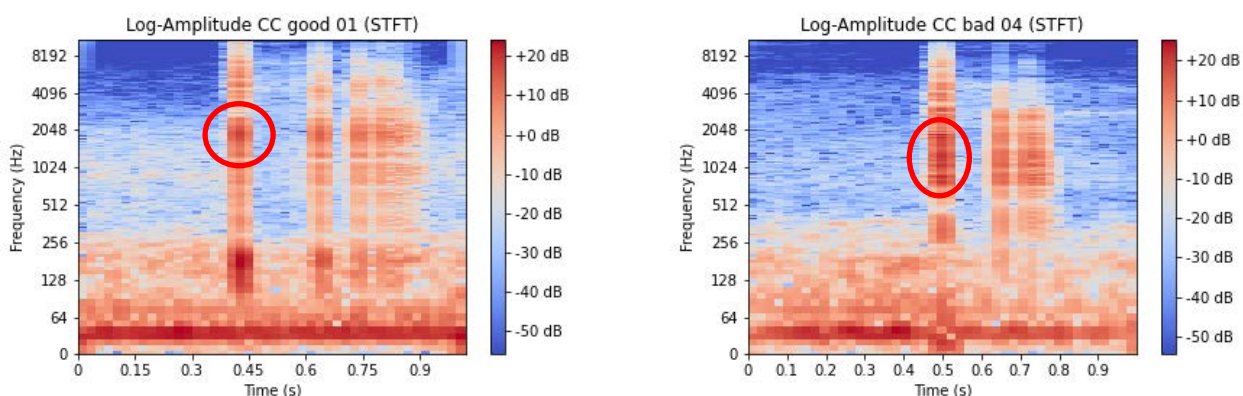


図-2 STFT による解析結果（左：健全箇所、右：剥離箇所）

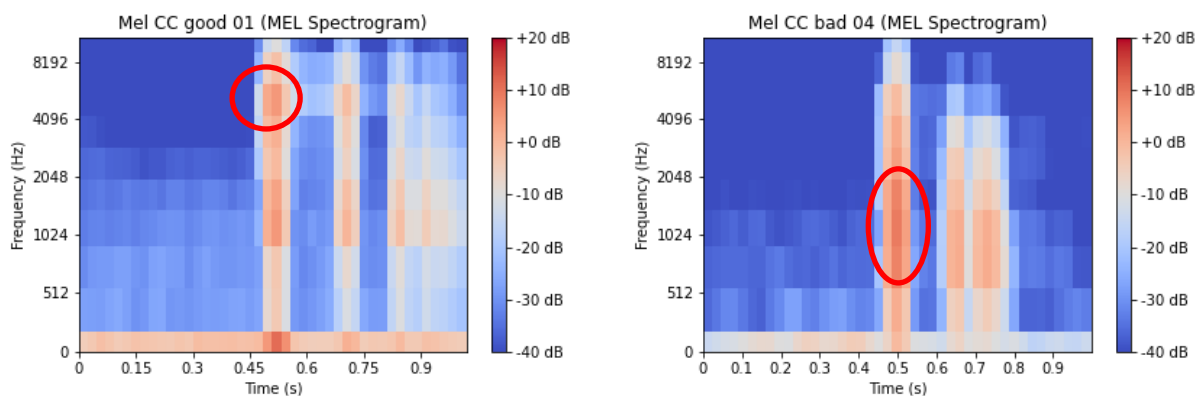


図-3 MFC による解析結果（左：健全箇所、右：剥離箇所）

4. まとめ

本論文では、コンクリート構造物に発生する剥離について、打音検査で得られた打音データから、剥離の有無が判定できるかを、STFT および MFC を用いて、検証を行った。その結果、人間の聴覚を基準とした MFC を用いることにより、一般的に使用されている STFT より容易に打音の違いを明確にすることができた。

今後は、調査現場において、本手法で得られた解析手法の適用性について検討を行い、AI を用いて、剥離の有無を自動判別させ、効率的な剥離箇所検出方法についても検討を進めていきたい。

参考文献 1) 松村英樹：コンクリート構造物の点検・調査・診断技術の現状，コンクリート工学