

レーザー超音波リモートセンシング装置を用いたコンクリート内部欠陥探傷

- (4) 鋼球打撃によって発生する供試体表面の振動・打音解析結果概要 -

(財)鉄道総合技術研究所	正会員	○羽矢	洋
(財)鉄道総合技術研究所	正会員	磯野	純治
レーザー技術総合研究所	正会員	島田	義則
東京工業大学	非会員	内田	成明
西日本旅客鉄道(株)	正会員	藤原	申次

1. はじめに

近年の鉄道トンネル覆工表面のコンクリート剥落事故対策などに見られるようにコンクリート構造物の安全性を網羅的、正確に把握し、適切な維持管理を行う必要性が高まっている。超音波を用いる非破壊検査技術は種々の材料に対して適用できるため、その内部欠陥や疲労状態を検出する方法と多くの手法が研究され、実用に供されている。筆者等が目標とする手法は表面加振および表面振動の検出の両方をレーザー光を用いて行うものであり、この技術の確立によって非接触探傷、遠隔探傷、および高速での探傷が可能となる。

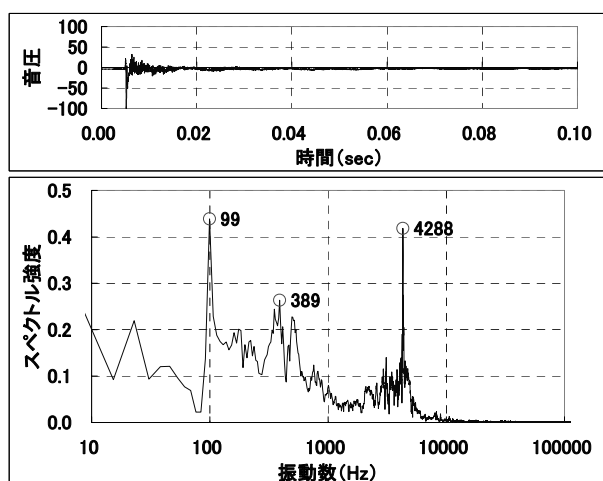
ここでは、事前検討として実施した鋼球打撃によって発生するコンクリート表面の振動を表面に接触させた加速度計で収録したデータおよび打音収録データの各々の解析結果について報告することとする。

2. 打音および加速度波形のフーリエスペクトルと卓越振動数

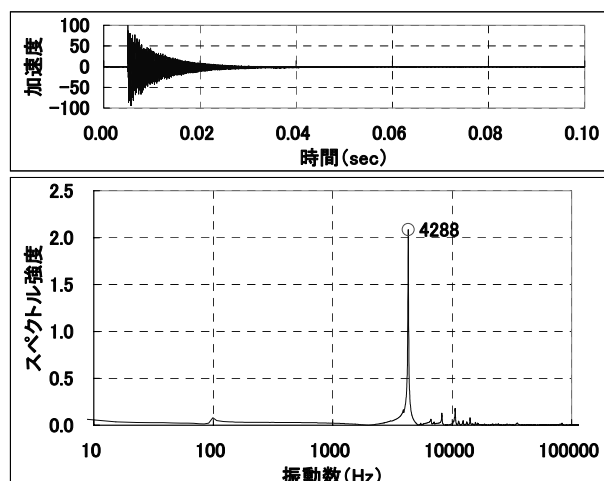
全ての供試体に対し打撃試験を行い、得られた打音およびコンクリート供試体表面の加速度波形データに対しフーリエスペクトル解析を行った。以下に、比較検討結果を示す。

図1は、健全タイプ(A-1-3)の供試体を打撃したときの打音および表面加速度波形のフーリエスペクトルである。打音波形の結果を見ると99Hzと4288Hzに明瞭な音圧レベルの高い立ち上がりが見られる。一方、表面加速度波形の結果は比較的シンプルなフーリエスペクトルとなり、明瞭な卓越は4288Hzのみの結果となった。しかし、この値は、打音の高い方の卓越振動数と一致する結果となった。

なお、打音の結果に見られる4288Hz以下の音圧成分は、様々な物体から発せられる音の周波数成分であると考えられ、これらは例えば鋼球が発する音であったり、供試体全体の振動音であったり、また、実験を行った試験室内における音の共振といったことが考えられるが、現状、その確認は行っていない。



(a) 打音の結果



(b) 表面加速度の結果

図1 健全タイプ(供試体A群(A-1-3))の打音・表面加速度波形とスペクトル解析結果

図2は、供試体A群に対する打音および表面加速度の収録結果より、最も高周波の卓越振動数を抽出した結果である。剥離タイプ(A-1-2a:剥離深さが20mm)において唯一、打音と表面加速度の卓越振動数の間に120Hz

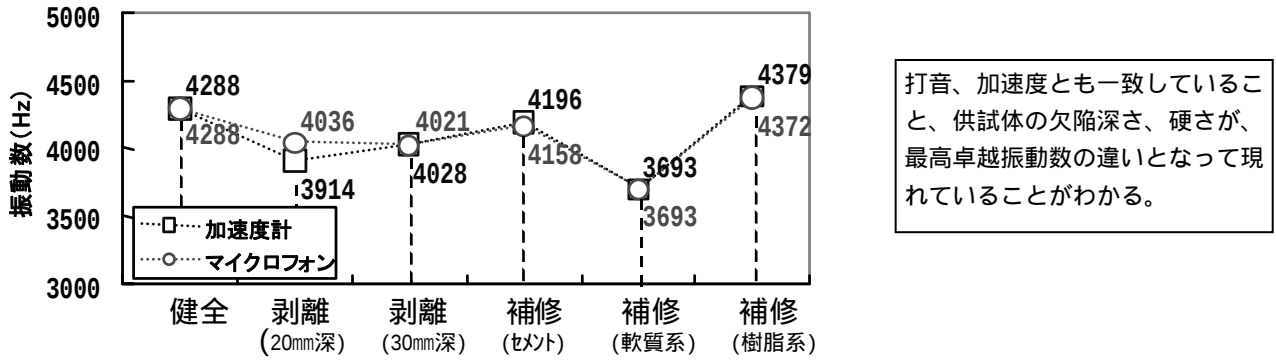


図2 供試体A群の最高卓越振動数

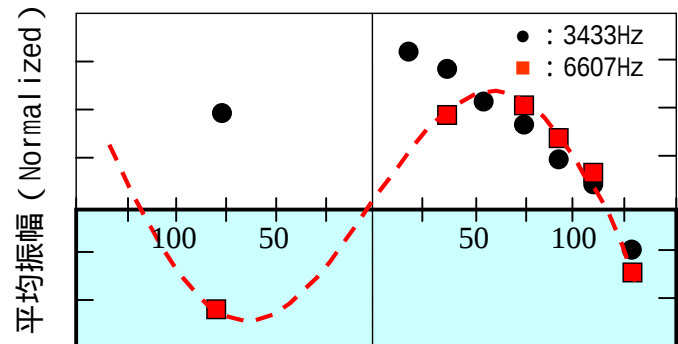
程度の違いが認められたものの、他の結果ではほぼ両者が一致する結果となった。これらのことから、コンクリート表面の打撃によって耳に聞こえる音には、コンクリート表面の振動周波数成分が優勢に含まれているものであることがわかる。したがって、現在、人間が打音によって判断している内部欠陥の有無については、表面振動を実測することによって判定が可能であると言える。

さらに、卓越振動数の違いは欠陥の種類の違いとなって現れていることがわかる。つまり、表面を軟質系の補修材で補修した供試体の卓越振動数は最も低く、一方、健全供試体、あるいは硬質な樹脂系補修材で補修した供試体の卓越振動数が高い結果となった。

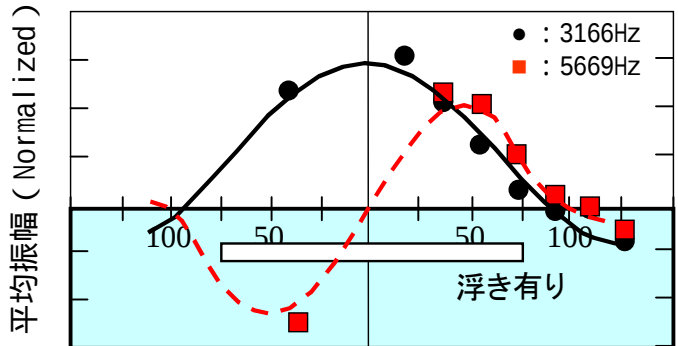
3. 加速度波形のフーリエスペクトル振幅により決定される振動モード

打撃試験では、打撃力一定の条件を保った状態でセンサーの位置を変化させ、複数ポイントにおいて表面加速度を収録している。振動波形の卓越振動数が供試体の何らかの固有振動数であるとする各々のポイントにおけるフーリエスペクトル振幅が供試体表面の振動モードを呈していると考えられる。このような考えに基づき表したのが図3である。本試験で使用した計測システムは同時計測点数が2チャンネルであるため各打撃ケースごとによる応答のバラツキは、固定したCH2の振幅値を基準としてCH1の値を補正するものとした。また、2次モードを確認するために試験ケースにはCH1近傍を打撃したものを用いた。

図3(a)に供試体B-1-1(健全)のモード図を、図3(b)に供試体B-4-1(剥離B)のモード図を示す。この図から、各々の結果について1次および2次の曲げモードが確認できるとともに健全モデルに関しては供試体全体が曲げ変形するモードが確認でき、また、剥離模擬供試体に関しては浮きの部分の版振動とおもわれる振動モードが検出されていることがわかる。



ピックアップ位置(mm)
(a) 表面振動モード解析結果
健全タイプ (B-1-1)



ピックアップ位置(mm)
(b) 表面振動モード解析結果
剥離タイプ (B-4-1)

図3 表面振動モード解析結果

4. おわりに

紹介した一連の研究成果(その1からその4まで)は、公募型テーマ「運輸分野における基礎的研究推進制度研究課題」の中で行った研究成果である。