

## アンカーボルト点検手法の開発

## ー 加速度計を用いた健全度評価法の検討 ー

中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京(株)  
同 上

正会員○菅 浩亮  
堀 隆一

正会員 川崎 廣貴  
中川 浩

## 1. はじめに

従前から実施のアンカーボルト(以後、ボルトと称する)に対するハンマー打撃による打音点検は、音の聴き分けに頼ったものであるため評価結果に個人差が生じやすく、かつ定量的な判断が困難であるなどの課題が存在している。これらの課題を解決する目的で、点検結果の工学的な数値化や見える化により簡便に健全度を判定する手法を新たに開発すべく、装置試作とそれを用いた計測を行った。ここでは、その装置概要と計測結果を報告する。

## 2. 新点検手法の概要

本手法は、従前から実施の土木構造物や施設構造物に付属のボルトを点検対象とし、その現状保持状態を計測して、健全度評価を行うものであり、ボルト頭部に加速度計を取付けて、ボルト部ナットや周囲コンクリートを打撃して加速度データを収集・解析するものである。以下に、計測装置と解析法の概要を述べる。

(1) 計測装置：計測装置の概念を図-1に示す。加速度計は三軸計測としてボルト頭部に治具を介して一体的に取付けた後、ハンマー打撃を行い、ボルト頭部での加速度と打撃音の応答データを取得する。取得データはレコーダーに保存する。

(2) 解析法：取得データはPC取込みを行い、加速度のボルト軸方向(x軸)と水平方向(y, z軸)、および打撃音のFFT解析を実施する。なお、水平方向加速度は、y, z軸成分の周波数が打撃方向に依存するため、これらを合成して評価する。

## 3. 計測内容と結果

試作装置を用いた計測は、室内供試体と実際の現場設備を対象にして実施した。以下にその内容と結果を述べる。

## 3.1 室内供試体計測の内容と結果

ハンマー打撃によるボルトの加速度応答挙動を把握するため、コンクリートブロックによる室内供試体を作成した。ボルトはメカニカルアンカーとし、健全と不健全のものを各々1本作成した。不健全はくさび効果低減のため削孔径を規定より5mm大きく空けて定着し、ボルト緩みを模擬した。ボルトに平板材を取付け、それをナットで固定した。計測はボルト打撃とコンクリート打撃を行い、その挙動を調査することとした。

図-2に一事例としてボルト打撃における健全ボルトの波形データを示す。同図(a)に、ハンマー打撃による衝撃力波形を示し、(b)～(d)にその衝撃力による応答波形を示す。図-3にボルト打撃のFFT解析結果を示す。同図(a)はパワ

キーワード：ボルト、点検、健全度評価、診断、加速度、FFT解析、打撃

連絡先：〒160-0023 東京都新宿区西新宿 1-23-7 中日本ハイウェイエンジニアリング東京(株) TEL:03-5339-1717

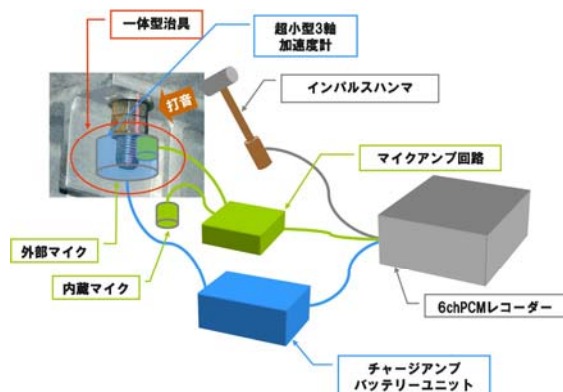


図-1 計測装置の概念

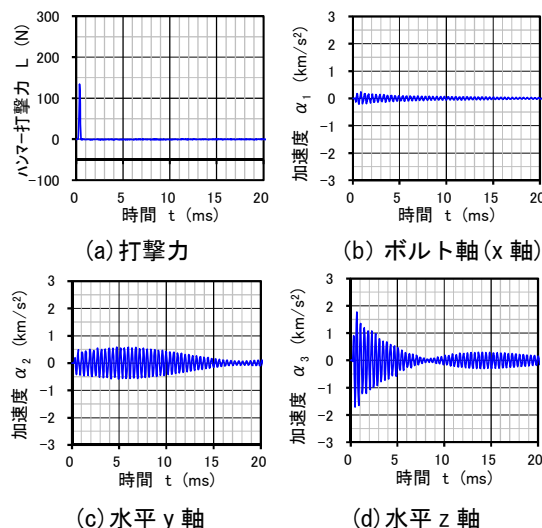


図-2 供試体ボルト打撃時の加速度波形データ

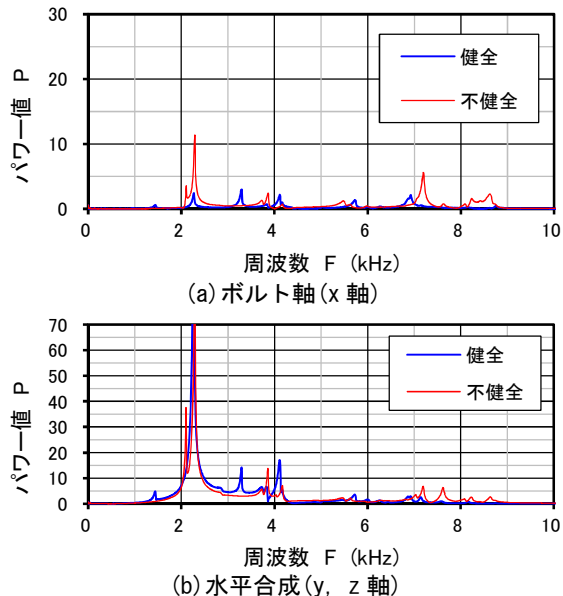


図-3 供試体ボルト打撃時のFFT結果

一値が全体的に小さい。一方、同図(b)は比較的パワー値が大きくなる傾向が見られる。これは、打撃方向が水平方向に近い影響であり、周波数評価はこの水平方向で行うのが適当と考える。同図(b)の健全と不健全を比べると、1次周波数が同程度となって差異が見られなかった。これは、加速度計取付け位置がボルト頭部であり、ボルト打撃では打撃箇所がナットになり、ボルトの揺れ振動が主要なものとなっているためと考える。したがって、ボルトの健全度評価ではコンクリート部打撃によって行う方が、より望ましいと考える。

図-4にコンクリート打撃の結果を示す。ボルト軸成分はやはりパワー値が小さく、ここでも水平合成成分で評価するのが適当と確認できる。同図(b)では、健全ボルトの場合に1.5~4kHzで複数の周波数が卓越する傾向がある。一方、不健全ボルトの場合は2kHzの周波数が卓越してピーク山が減少した傾向となった。これは健全ボルトの場合、コンクリート打撃で生じた振動がボルト定着部に様々な経路で伝達されていたものが、不健全ボルトの場合には、不具合が生じた定着部の存在で、コンクリート打撃の振動が伝達され難くなり、周波数のピーク山が減少したものとする。このことから、周波数の大小だけではなく、ピーク山数などでも健全度評価ができる可能性が示唆される。

### 3.2 現場設備計測の内容と結果

供用中の道路トンネルで、写真-1に示すように照明灯具のボルトを対象に健全ボルトと不健全ボルトにて計測を行った。不健全なものは事前点検結果でボルト緩みありと判定されたものである。対象ボルト径はM10であり、3打撃を行って計測データを取得した。

図-5にコンクリート打撃の場合のFFT解析結果を示す。同図(a)と(b)を比較すると1次周波数の値に大きな差異はなかった。一方、9kHz付近の高周波帯では不健全ボルトで波形の変化が見られる。これはボルト緩みにより取付け金具とボルトが干渉して高周波成分が健全のものとは比べて大きくなったと考える。劣化損傷が著しければ1次周波数に差異が生じるが、軽微な場合はそれを検知することが難しいと考える。これより、現場での実構造物の劣化損傷状態によっては一律の閾値による判定が難しいと思われる。これについては、継続的データ取得を行って遷移状況を調査することで、軽微な劣化損傷状態をも把握し、予防保全の基礎資料として役立てることも重要と考える。

### 4. おわりに

アンカーボルト計測の装置試作を行い、実際の打撃波形計測と解析を行った結果、以下のことが分かった。

- ①本手法による健全度評価は、コンクリート打撃による水平合成周波数分析を用いた方法がより適当である。
- ②定着部などに劣化損傷が生じた場合には、周波数波形のピーク山数が減少する可能性がある。
- ③軽微な劣化損傷の場合には、1次周波数などに変化がなくとも、他の周波数領域に変化が生じることがあるため、継続的データ取得により遷移状況を観察して行くことが重要と考える。

今後はさらに種々の条件でボルトデータを計測し、より正確な健全性評価手法を確立する計画である。

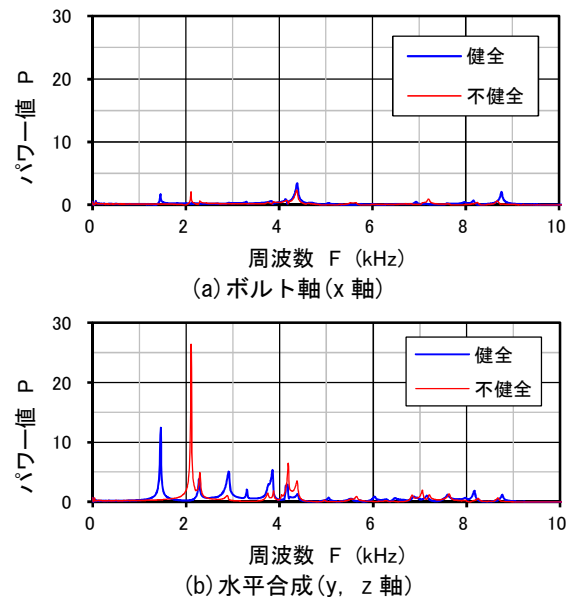


図-4 供試体コンクリート打撃のFFT結果



写真-1 照明灯具の計測状況

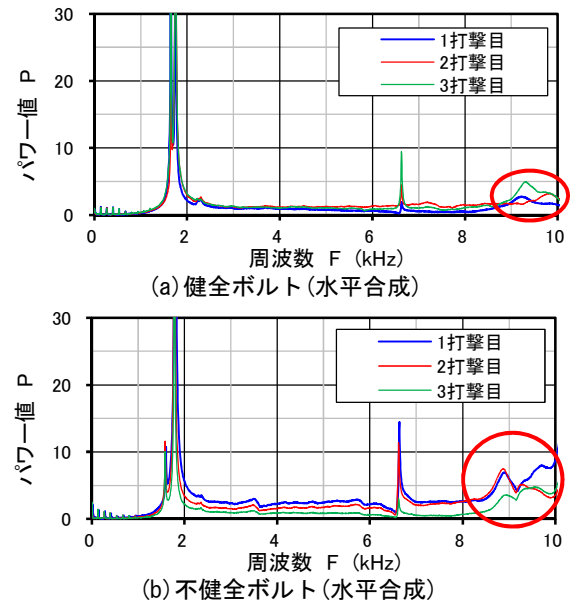


図-5 照明灯具部コンクリート打撃のFFT結果