

AE センサを用いた打音検査システムによるメカニカルアンカ検査技術の開発

原子燃料工業 正会員 小川 良太, 松永 嵩
 原子燃料工業 非会員 匂坂 充行, 磯部 仁博
 西日本高速道路エンジニアリング中国 正会員 前田 良文
 西日本高速道路エンジニアリング中国 非会員 岡本 智文

1. 背景と目的

近年、供用後の経過年数が 30 年を超える道路区間が増加し、道路付属構造物の安全性が注目されている。また、道路やトンネル、橋梁等の構造物、それらの付属物の劣化が顕在化してきており、定期的な点検等を通じた健全性確保の重要性が再認識されている。

ジェットファンの吊下げに利用されているメカニカルアンカの健全性は、引抜強度により確認されているが、非破壊で効率的に健全性を確認する検査技術の開発が望ましい。

本稿ではメカニカルアンカを対象とした非破壊検査技術開発の一環として、AE (acoustic emission) センサを用いた打音検査によりメカニカルアンカの軸力に関する締付トルク値の検出について検討した。

2. 測定対象

トンネルの付属構造物であるジェットファンの吊下げに用いられている M24 メカニカルアンカを用いた。試験体は図 1 に示すような約 1m³(総荷重:約 1200kgf)のコンクリートにジェットファン取付金具を 4 本のメカニカルアンカで固定したものを用意した。

3. 試験方法

試験には AE センサを用いた非破壊検査手法を用いた。AE センサは、NF 社製の広帯域 AE センサを使用し、センサをコンクリートから露出しているボルト頭頂部に設置した。ハンマーでボルトを打撃し、設置した AE センサで信号波形を取得して、デジタルオシロスコープにデータを取り込んだ。本検査システムの構成例を図 2 に示す。打撃により AE センサで取得される信号波形例を図 3 に示す。図 3 の左側に示す生波形を周波数解析して得られたボルトの固有周波数を用いて評価を実施した。

4. メカニカルアンカの締付トルクの検出

メカニカルアンカの軸力が固有周波数に与える影響を調査するために、メカニカルアンカの軸力に関する締付トルクを段階的に変化させて試験を実施した。M24 メカニカルアンカ試験体の概要を表 1 にまとめる。測定結果を図 4 に示す。

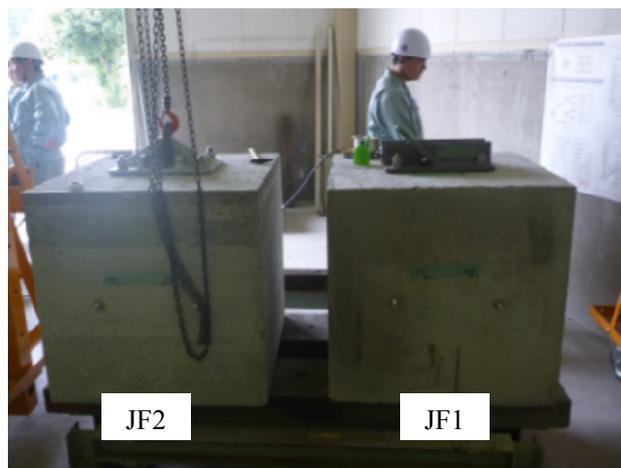


図1 試験体 JF1 & JF2



図2 AE センサを用いた打音検査システム構成

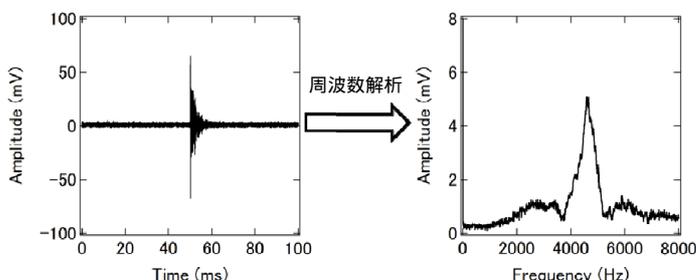


図3 AE センサを用いた非破壊検査システムにより得られる信号波形例

キーワード メカニカルアンカ, 打音法, 非破壊検査, 締付トルク値、軸力

連絡先 〒590-0481 大阪府泉南郡熊取町朝代西一丁目 950 番地 原子燃料工業株式会社 TEL 072-452-7221

M24 メカニカルアンカの締付トルク変化に対するボルトの固有周波数は、健全なメカニカルアンカに比較して締付トルクが低いメカニカルアンカでは低周波になる傾向が見られた。このことより、AE センサを用いた打音検査でメカニカルアンカの締付トルク値を検出し、軸力を推定できる可能性が得られた。

5. 載荷状態での締付トルクの検出

メカニカルアンカの健全性確認において、ジェットファンを吊下げた状態で検査が可能となれば効率的な検査となる。そこで、載荷荷重の固有周波数への影響を調査した。載荷状態での測定に用いた M24 メカニカルアンカ試験体の概要を表 2 にまとめる。載荷荷重条件は表 3 に示す。AE センサを用いた打音検査結果は図 5 に示す。

AE センサを用いた打音検査により得られたボルトの固有周波数は、載荷前後で顕著な変化が見られなかった。その理由は以下のように考えられる。測定に用いられたメカニカルアンカは全て 240Nm で締付けられているが、締付けによりメカニカルアンカに生じる軸力はおよそ 50kN と推定される。一方、載荷荷重 1200kgf がメカニカルアンカ 4 本に負荷された場合、メカニカルアンカ 1 本に生じる軸力は 2.9kN と推定され、締付けにより生じる軸力の 6%程度である。以上から、載荷による軸力変化がメカニカルアンカ締付けによる変化と比べて著しく小さいため、変化量の検出に至らなかったと考えられる。

従って、AE センサを用いた打音検査によるジェットファンの健全性評価は、ジェットファンを吊下げた状態でも可能となる見通しを得た。

6. まとめ

メカニカルアンカを対象とした非破壊検査技術開発の一環として、ジェットファンの吊下げに用いられるメカニカルアンカの軸力に関する締付トルク、並びに載荷荷重の変化がボルトの固有周波数に与える影響を調査した。その結果、以下の知見が得られた。

- ・メカニカルアンカの軸力に関する締付トルクの低下に従い、ボルトの固有周波数は概ね低下する傾向が得られた。
- ・ジェットファン載荷による軸力変化がメカニカルアンカ締付けによる軸力変化と比べて著しく小さいため、ジェットファンの健全性評価はジェットファンを吊下げた状態でも可能となる見通しを得た。

表 1 試験体の概要(締付トルク変化)

ボルト番号	露出部長さ[mm]	ボルト状態(上・下ナット)
JF1-1	70.0	120・240 Nm
JF1-2	65.0	40・80 Nm
JF1-3	70.0	80・160 Nm
JF1-4	65.0	11・11 Nm

表 2 試験体の概要(載荷荷重変化)

ボルト番号	露出部長さ[mm]	ボルト状態(上・下ナット)
JF2-1	70.0	120・240 Nm
JF2-2	70.0	120・240 Nm
JF2-3	70.0	120・240 Nm
JF2-4	70.0	120・240 Nm

表 3 載荷状態での試験条件

番号	載荷条件	荷重の概算値[kgf]
1	初期状態	0
2	載荷条件 1	約 700
3	載荷条件 2	約 1,200
4	試験終了状態	0

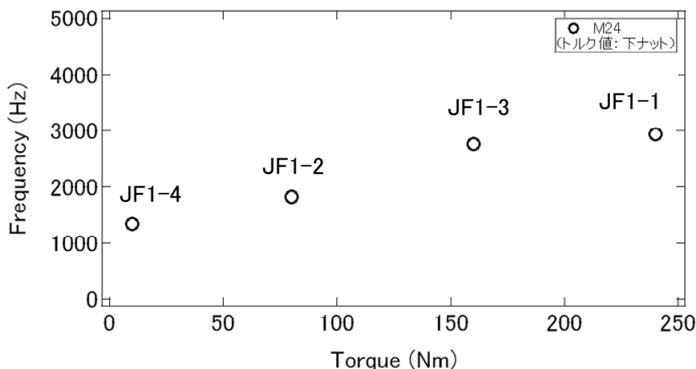


図 4 下ナット締付トルク変化の影響

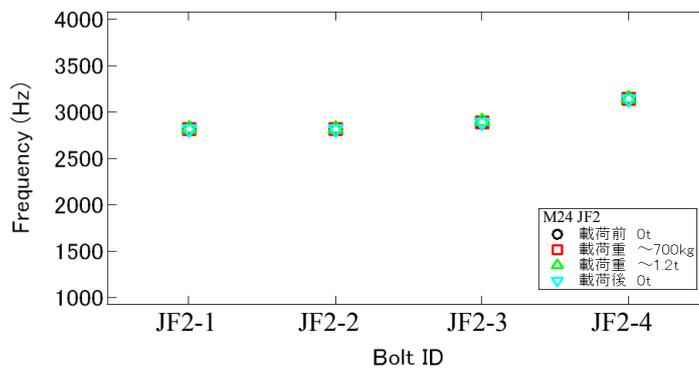


図 5 載荷荷重状態での測定