

電磁パルス法を用いたあと施工アンカーボルトの非破壊検査に関する一検討

川田テクノロジーズ 正会員 ○磯 光夫 佐藤工業 正会員 歌川 紀之
 ティ・アイ・エンジニアリング 川井 重弥 川田建設 黒川 浩
 川田テクノロジーズ 室田 千春

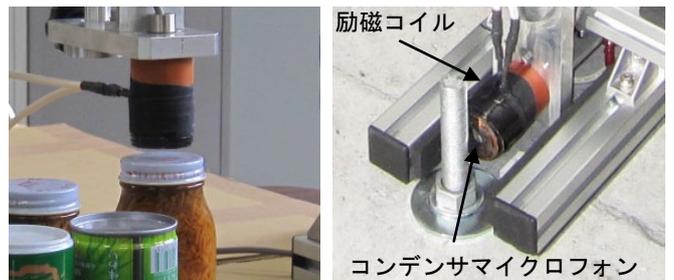
1. はじめに

中央自動車道上り線の笹子トンネルにおいて、11名の死傷者を出す大惨事となった天井板の落下事故などを契機として、老朽化した道路、トンネル、港湾、鉄道構造物などの社会資本の維持管理がますます重要視されてきている。国土交通省では2013年をメンテナンス元年として宣言し、老朽化対策に関する政策を打ち出している。そのうちのひとつが、点検などの効率化・高度化を図る技術の開発である。特に、トンネルの天井板や道路標識などの重量構造物を吊り下げ支持するために、コンクリートに孔をあけてボルトを接着剤で固定する、接着系あと施工アンカーボルトを適切かつ容易に維持管理できる技術開発が急務になっている。

そこで本研究では、コンクリート中に埋め込まれたあと施工アンカーボルトにおいて、接着剤の充填状況、および、トルクレンチによる締め付けトルクを変化させた供試体を用いて、電磁パルス法の非破壊検査による健全度評価の可能性について実験的に検討した。本文はその結果について述べるものである。

2. 電磁パルス法の概要

電磁パルス法は、励磁コイルにパルス状の大電流を流し、瞬間的に磁場を発生させ、磁性体を非接触で振動を与えて音響を発生させ、その音響を解析することで対象物の状態を推定する非破壊検査技術である。非接触で加力できるため、ハンマーによる加力と比較して均質な振動が与えられるとともに、振動計が不要であるなどの特長がある。ここでは、写真-1に示すよう飲料缶などの品質検査用の打検検査機を、あと施工アンカーボルトの品質検査に応用することにした。



a) 飲料缶などの場合 b) アンカーボルトの場合

写真-1 電磁パルス法の応用例

3. 実験概要

トンネルの天井板を固定する接着系あと施工アンカーボルトを想定し、1500×1800×450mmのコンクリート直方体に、図-1に示すように直径28×280mmの孔をあけて、長さ370mmのアンカーボルト(M22, SS400相当)をコンクリート表面から280mmの深さまで埋め込んだ状態とした。そのアンカーボルトに、ここでは座金の変形を防止するためにM22用の座金を2枚と六角ナットを設置して、実験を行った。

実験ケースは、接着剤の充填率を0, 50, 80, 100%の4水準(コンクリートとアンカーボルトが固着した部分の固着長さD1: 0, 140, 224, 280mm程度)とし、トルクレンチを用いたナットによる締め付けトルクを0, 50, 100, 150N・mの4水準とした。接着剤の充填率0%ではアンカーボルトが動いてしまうため粘土を充填した。接着剤を100%充填しないものは、孔の深部側に接着剤を充填しコンクリート表面側に空隙が生じるように供試体を製作した。削孔された孔にカプセル型の接着剤とアンカーボルトを挿入し、充填度に応じてアンカーボルトとコン

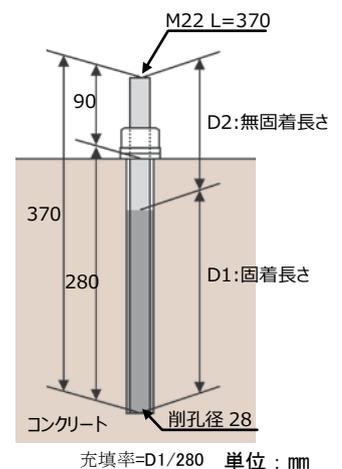


図-1 ボルトの付着状況

キーワード 電磁パルス法, 音響法, 非破壊検査, あと施工アンカーボルト, 接着剤

連絡先 〒321-3325 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 122-1 TEL 028-687-2217

クリートを固着させた。締め付けトルクは、0N・m が人力によるナットの締め付け、50, 100, 150N・m がトルクレンチによるナットの締め付けである。

測定は、写真-2 に示す電磁パルス法の測定装置を用いて行った。アンカーボルトから約 5mm 離れた励磁コイルの瞬間的な引張力により発生するアンカーボルトの音響を、コイルの中心部に設置されたコンデンサマイクロフォンで測定し、高速フーリエ変換などでもできる波形処理プログラムにより、周波数分布の卓越振動数などに着目して検討した。

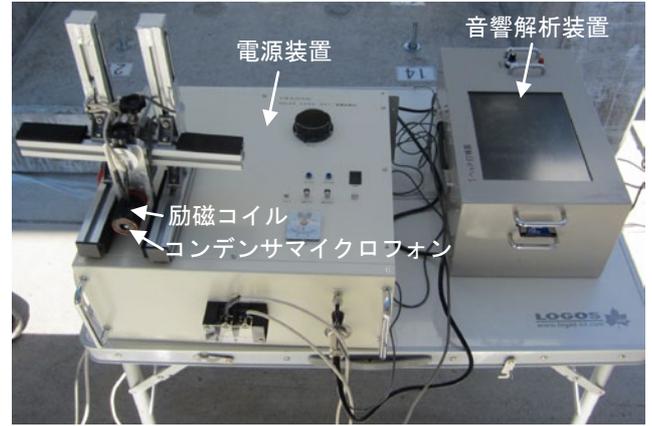


写真-2 電磁パルス法の測定装置

4. 実験結果とその考察

コンクリート中に埋め込まれたあと施工アンカーボルトを、電磁パルス法で測定した場合の音響解析装置の出力画面例を写真-3 に、コンクリートとアンカーボルトが固着していない無固着長さ D2(図-1 参照)の変化による周波数の相違に、一端を固定した棒のたわみ振動固有周波数の計算値を加えて比較した結果を図-2 に、接着剤の充填率ごとの締め付けトルク変化による周波数の相違を図-3 に示す。

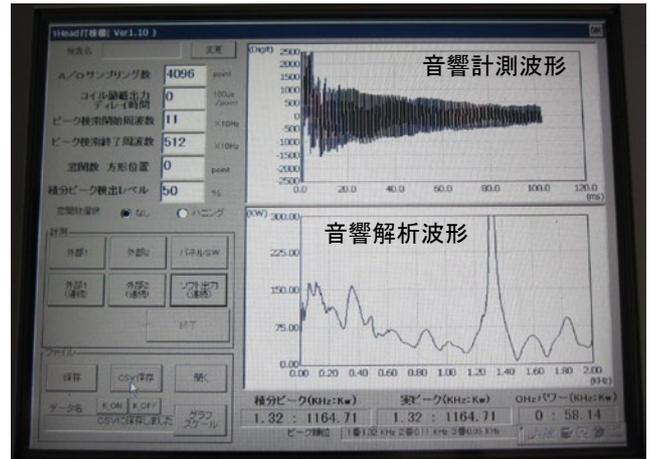


写真-3 音響解析装置の出力画面例

これらの結果より、図-2 に示すように締め付けトルクが 0N・m 状態において、接着剤の充填率の変化を周波数の相違により把握できることがわかった。また、図-3 に示すように接着剤の各充填率において締め付けトルクを大きくすると周波数が大きくなることから、締め付けトルクの変化を周波数の相違により把握できることもわかった。これらのことにより、図-2 に示す充填率 100%における無固着長さ 90mm において、実験値と計算値に多少の差が生じているが、図-3 に示すように締め付けトルクを大きくすることにより、ボルトの固定度が上がり、たわみ振動の固定端の条件に近づくため、実験結果と計算値が近づくものと考えられる。

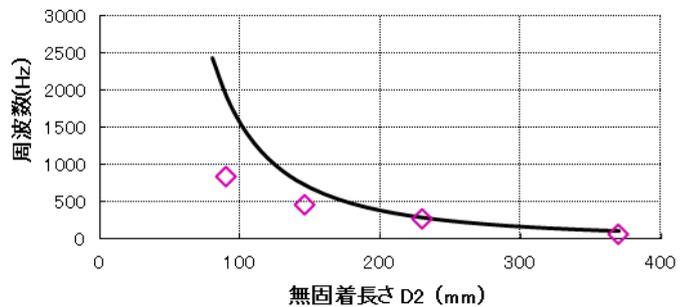


図-2 無固着長さ D2 の変化による周波数の相違 (締め付けトルクなし)

以上のことにより、接着系あと施工アンカーボルトにおける接着剤の充填率、および、締め付けトルクの変化が、電磁パルス法で求めた音響の周波数に着目することにより把握できることがわかった。

5. あとがき

今回は電磁パルス法を用いて、M22 の接着系あと施工アンカーボルトに着目して、接着剤の充填率とナットによる締め付けトルクの変化に関する測定の可能性について検討した。アンカーボルトには太さ、長さ、コンクリートの削孔径、破壊モードなど、健全性に影響を与える因子が数多くあるため、それらについても研究したい。

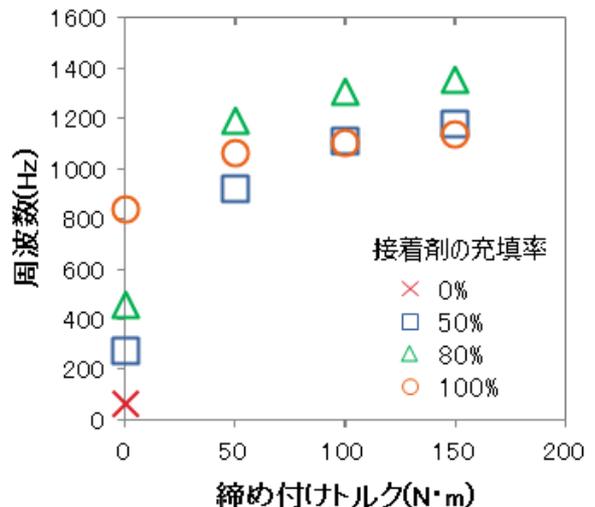


図-3 締め付けトルクの変化による周波数の相違