

加速度計内蔵ハンマ打撃によるスリーブ打込み式アンカーの健全性評価に関する検討

(株)ケー・エフ・シー 正会員 ○齊藤 透、正会員 小林学
日東建設(株) 正会員 久保 元樹

1. はじめに

金属系あと施工アンカーの一つであるスリーブ打込み式アンカー(写真-1)は、追従拡張機能があるアンカーとして土木構造物では多く用いられている。しかし、ジェットファンを支えるアンカーの点検では、大規模な交通規制が必要となり、時間的な制約があること、上向きに施工されている上にナットを取り外しが必要で引張試験の実施が難しいこと等の問題がある。あと施工アンカーの定着不足等を検出する方法として、筆者らの一人は加速度計を内蔵したハンマでボルト頭部を打撃して打撃力波形を計測し、その打撃力波形を解析することによりアンカーの健全性を検査する技術¹⁾を提案している。本研究では、ジェットファンの吊り下げに使用されている比較的口径の大きいスリーブ打込み式アンカーの健全性確認評価試験にこの打撃技術が適用可能であるか検討する。

2. 試験方法および評価方法

(1) 打撃試験方法

打撃試験は、加速度計が内蔵されたハンマ(写真-2)によりボルト頭部を打撃し、打撃に対する反力の時間波形やそれから得られる指標よりボルトの固着状態を評価する方法である。図-1に、ボルトを打撃した時の打撃力波形の例を示す。健全なボルトは波形のピークが一つであるのに対し、不健全なボルトは波形のピークが二つある。不健全なボルトでは、打撃によってボルトが動くため、反力が遅れて生成されることが原因である。指標値としては、二つのピークの時間遅れや、打撃対象物の剛性を評価する指標となる機械インピーダンスがある。本研究では、機械インピーダンスを打撃力波形より算出し指標値とした。なお、機械インピーダンスの算出はNDIS3434-3²⁾に従った。ただし、NDISでは波形のピークを境に貫入過程と反発過程に分離し、それぞれで機械インピーダンスを求めているが、本研究では波形全体から機械インピーダンスを算出した。

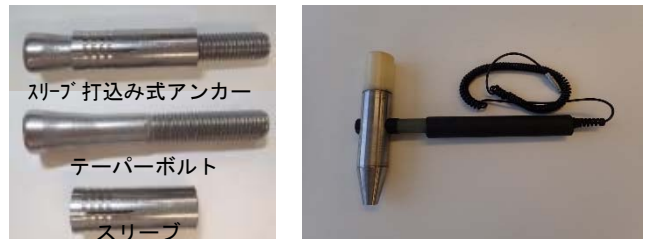


写真-1 スリーブ打込み式アンカー 写真-2 加速度計内蔵ハンマ

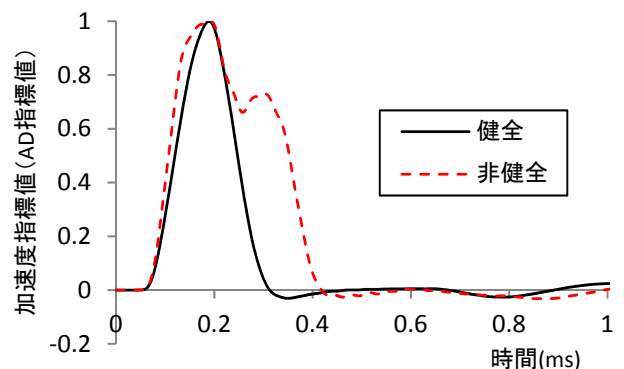


図-1 打撃力波形の例

(2) スリーブ打込み式アンカーの健全性評価

スリーブ打込み式アンカーは、打込み時にはスリーブが楔となり固定され、供用時にはテーパボルトが引き抜かれる方向に軸力が作用することでスリーブの拡張が促進され定着性が高まる機構である。つまり、スリーブ打込み式アンカーは、軸力が導入された状態で固定されていれば健全な状態である。一方、不健全な状態とは、ナットが緩む、またはスリーブの楔効果が不足することによってボルトに作用する軸力が低下している状態である。したがって、所定の軸力がテーパボルトに導入されていることを確認することにより、スリーブ打込み式アンカーの健全性を評価することが可能となる。

3. 実験方法

アンカー導入軸力とハンマ打撃試験結果による指標値データとの関連性を確認する為の実験を行った。写真-3に供試体を示す。供試体は1200mm×1200mm×300mmのコンクリート板側部に、M24(サイズ)、全長2

キーワード あと施工アンカー、非破壊試験、機械インピーダンス、ハンマ打撃、加速度計

連絡先 〒105-0011 東京都港区芝公園2丁目4-1 芝パークビルB館11階 (株)ケー・エフ・シー TEL03-6137-8267

00mmのスリーブ打込み式アンカーを3本設置した。スリーブ打込み式アンカーへの導入軸力は、アンカーを正規に施工した後に締め付けトルクを管理することで設定した。具体的には、正規トルク $240\text{N}\cdot\text{m}$ に対する“トルク比”として、0%, 21%, 42%, 63%, 83%, 100%, 125%の比率を設定した。トルクは、既設アンカーの状態を模擬するため、トルク比 125%まで締め付けた状態で測定した後、トルクを緩めながら測定した。ヘッド重量 1400g のハンマを使用してボルト頭部を軸方向にアンカー1本毎に5回打撃して機械インピーダンスを測定し、平均値を算出した。さらに、3本の平均値を測定値として採用した。打撃力波形はサンプリング時間 $0.5\mu\text{s}$ 、測定時間長 2ms で記録した。



写真-3 供試体概要

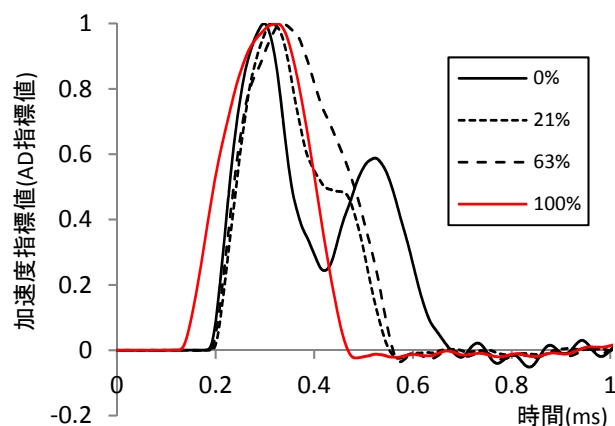


図-2 測定波形の一例（トルク 0, 21, 63, 100%）

4. 実験結果

図-2に打撃力波形の一例を示す。波形は、トルク比が0%, 21%, 63%, 100%の4ケース分を示している。0%の波形はピークが二つあり、21%では波形が歪んでいる。これらは波形をただで見て異常であると判定できる。一方、63%では、波形の歪みは小さく、100%の波形に比較して裾野が広く見えるものの、波形だけでは軸力不足の判断が難しい。

図-3に、機械インピーダンスより算出した指標値を示す。横軸はトルク比、縦軸は機械インピーダンス

指標値を示している。図より、トルク比 83%まで機械インピーダンス指標値は一定で、トルク 100%以上に比べて低い値を示した。トルク比と機械インピーダンス指標値の関係は、線形的ではないものの、機械インピーダンス指標値よりトルクを推定することで、軸力不足を評価できる可能性があることが確認できた。

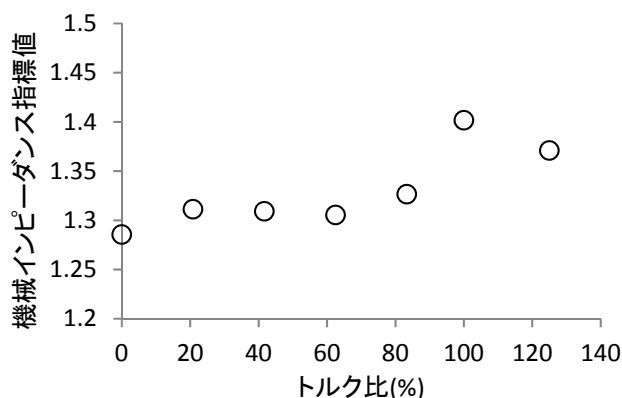


図-3 トルクと機械インピーダンスの関係

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) ハンマ打撃による記録波形より、スリーブ打込み式アンカーの軸力が正常であるか否かを確認することが可能であることが分かった。スリーブ打込み式アンカーは、導入軸力の有無を確認することである程度、健全性の把握が可能である。このことから、ハンマ打撃によってスリーブ打込み式アンカーの状態を評価することが可能である。
- 2) ただし、ハンマ打撃の波形だけでアンカーの具体的な定着力を評価することは難しい。
- 3) トルクと機械インピーダンスの関係は、線形関係ではないものの、機械インピーダンスより軸力不足を評価できる可能性があることが確認できた。

トルク比 125%で若干ではあるが機械インピーダンスの下降がみられた。今後はデータ集積を図り、当該計測解析の信頼性の向上を目指すと共に、アンカーの健全性評価を簡便に行えるシステムを構築していきたい。

参考文献

- 1) 岡本真, 久保元樹, 久保元, 境友昭: 打撃によるケミカルアンカーボルトの非破壊健全性試験方法, 日本非破壊検査協会 第5回コンクリート構造物の非破壊検査シンポジウム論文集, pp.245-248, 2015.8.
- 2) NDIS 3434-3²⁰¹⁷: コンクリートの非破壊試験—打撃試験方法—第3部: 機械インピーダンス試験方法.