

電磁パルス法による全面定着方式ロックボルト定着部の非破壊的評価手法の検討

株式会社アミック 正会員 ○三輪 秀雄 株式会社アミック 高坂 信
職業能力開発総合大学校 橋本 光男

1. はじめに

小～中規模急傾斜地の崩壊対策として用いられるロックボルト工は、斜面に挿入した鋼材全体を注入したグラウトで定着させ、地山の変形に伴って鋼材に受動的に引張力が生じることで地山の変形やすべりを抑止する工法であるが、その維持管理において定着部を非破壊で評価する有効的な方法の報告例は少ない。筆者らは、2012年に発生した笹子トンネル天井版崩落事故後、電磁パルス法⁽¹⁾⁽²⁾による接着系あと施工アンカー定着部の健全性評価に関する共同研究を進め、接着剤充填評価手法の妥当性を実験的に確認している⁽³⁾。本報では、この電磁パルス法をロックボルト試験体に適用し、定着部のグラウト充填を非破壊評価できる可能性について検討した結果を報告する。

2. 試験概要と接着系あと施工アンカーボルト試験体での実験結果

電磁パルス法とは、パルス状に発生させた瞬間的な磁場の作用で、ボルトやコンクリート中の鉄筋などの導電性材料を非接触で加振させる方法で、ハンマー打診とは違い再現性のある安定した加振ができる特徴がある。

先ず図1に示す様な樹脂系接着剤の充填を4水準(充填率100%、75%、50%、25%)としたあと施工アンカーボルトの試験体を使って、写真1に示すようにボルトに励磁コイルを通し、磁石付きAEセンサをボルト端面に設置して電磁パルス加振によって発生した振動を測定した。

試験結果例として、充填率100%の試験体Aと充填率50%の試験体Cのセンサ受信信号と周波数スペクトラムを図2に示す。試験体Aに比べ、試験体Cでは受信信号の低下や乱れが認められ、周波数スペクトルでは複数のピークが認められている。

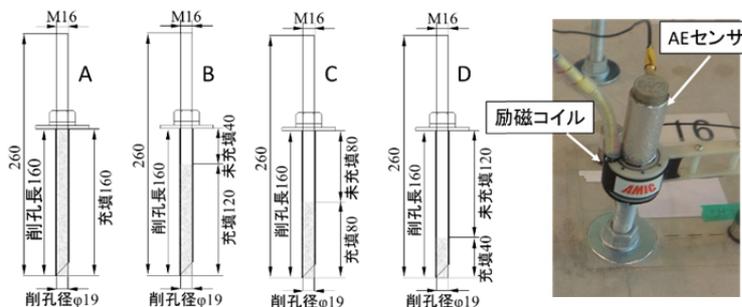


図1. アンカーボルトの接着状況

写真1. 設置状況

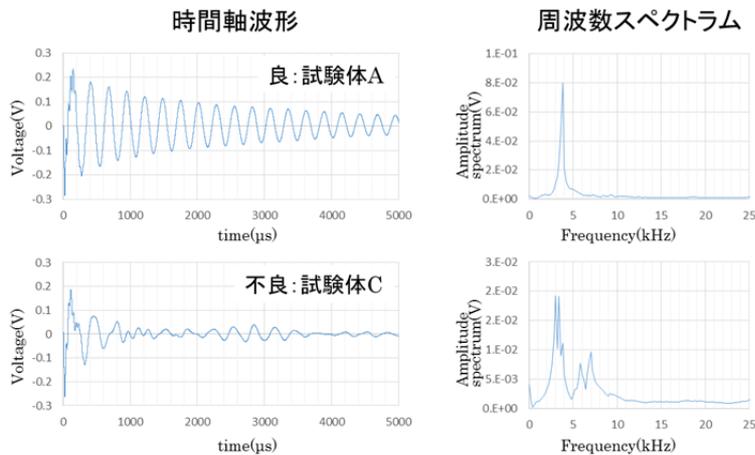


図2. アンカーボルトの試験結果例

3. ロックボルト試験体での実験結果と考察

あと施工アンカーボルトの試験結果を基に、全面定着式ロックボルトの定着部に注入されるモルタルの充填量評価に適用が可能か実験を試みた。試験に使用したロックボルト試験体の概略図を図3に示す。φ100mm長さ4850mm、3850mm、2850mmの塩ビパイプに、それぞれ長さ5m、4m、3mのロックボルト(先端剣先加工の異形棒鋼D22、ねじ加工部M22で150mm)を挿入したもので、長さ5m、4m、3mのロックボルト各1本にはモルタルを100%注入充填し、長さ3mの1本のみ充填率が50%以下となる量のモルタルを注入したものである。

写真2に示すようにロックボルトの突出部に励磁コイルを通しボルトの端面に磁石付きAEセンサを設置して

電磁パルス加振によって発生した振動を測定した。

図4に、モルタルが100%充填された長さ5mと4mのロックボルト試験体の測定結果を示す。受信信号は大きく、周波数のピークは4kHz周辺が支配的であった。

次に長さ3mのロックボルト試験体の測定結果を図5に示す。モルタルが100%充填された試験体の受信信号は大きく、周波数のピークも長さ5mと4mのロックボルト試験体の測定結果と同様に4kHz周辺が支配的であった。全長に係わらず同じ周波数スペクトラムが得られるのは、突出部の固有振動が影響しているものと考えられる。一方、モルタルの充填率が50%以下のロックボルトでは、受信信号の低下が著しく周波数スペクトルで複数のピークが認められている。これは、あと施工アンカーボルトの試験で確認された結果と一致しており、AEセンサによる受信信号の強度とその周波数スペクトラムから、ロックボルト定着部のモルタル充填状況を評価できる可能性を示唆している。

充填率100%の試験体ではボルト突出部の固有振動の影響が支配的になるため卓越した周波数が現れ、充填率50%以下の試験体ではボルト突出部の固有振動に定着部からの複雑な振動が合成された結果、複数のピークが表れるのではないかと考える。

3. まとめ

ロックボルト頭部に設置したAEセンサの受信信号から得た結果を以下に示す。

- ・ 充填率50%以下の試験体では、受信信号強度の著しい低下が確認された。
- ・ 充填率100%の試験体の周波数スペクトルでは卓越した周波数が現れ、充填率50%以下の試験体では複数のピークが確認された。

今回は電磁パルス法を用いて、全面定着方式ロックボルトの定着部の非破壊的評価手法について検討し、定着部のモルタル充填率低下を評価できる可能性を確認することができた。今後、試験体やシミュレーションによるロックボルトの振動現象解明と併せ、現地での実証試験を進めて実用化に向けてさらに検討したい。

参考文献

- 1) 高鍋雅則, 橋本光男: パルス電磁力を用いた鉄筋コンクリート診断, 表面探傷・サーモグラフィ合同シンポジウム講演論文集, (社)日本非破壊検査協会, pp. 91-94, (2001)
- 2) 高鍋雅則, 橋本光男: 鉄筋コンクリート診断のためのパルス電磁力音響法の提案, 非破壊検査, 第52巻11号, pp. 628-632, (2003)
- 3) 宮田弘和, 内田慎哉, 鎌田敏郎, 長岡康之, 三輪秀雄, 高鍋雅則, 木村貴圭, 西上康平, 劉軒, 田中克則: 電磁パルス法に基づくアンカーボルト固着部の健全度評価に関する実験的検討, 平成25年度秋季講演大会講演概要集, (社)日本非破壊検査協会, pp33-36

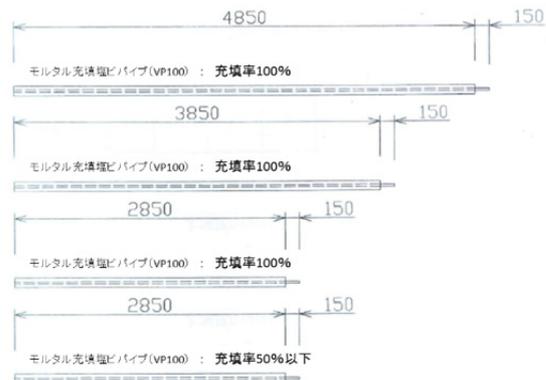


図3. ロックボルト試験体の概略図

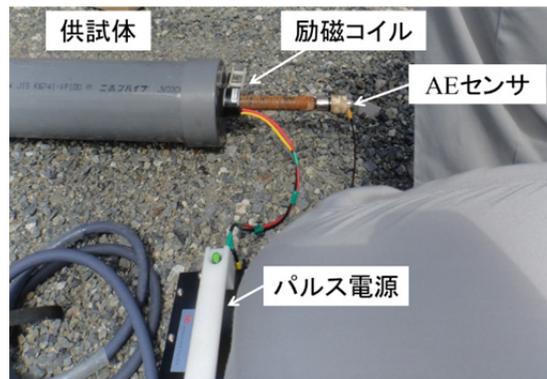


写真2. ロックボルト試験体の試験状況

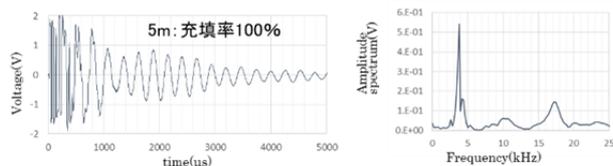
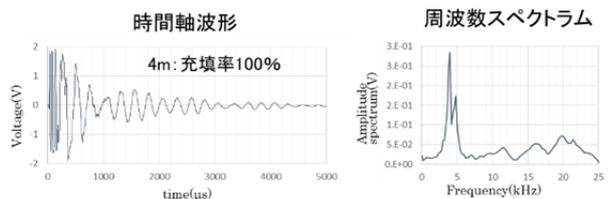


図4. ロックボルト (4m, 5m) の試験結果

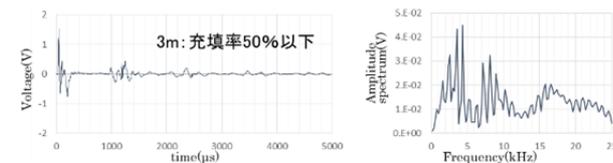
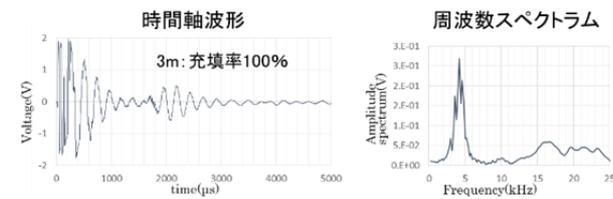


図5. ロックボルト (3m) の試験結果