

立命館大学理工学部 学生会員 ○木村 貴圭
西日本高速道路 (株) 正 会 員 宮田 弘和
(株) アミック 三輪 秀雄

立命館大学理工学部 正 会 員 内田 慎哉
大阪大学大学院工学研究科 正 会 員 鎌田 敏郎
(株) アミック 高鍋 雅則

1. はじめに

本研究では、接着系あと施工アンカーのボルト固着部における接着剤の充填状況を変化させた供試体を対象として、電磁パルス法による計測を行い、非破壊で接着剤の充填状況を評価する方法についての検討を行うことを目的とした。

2. 実験概要

2.1 供試体

図-1 に供試体の概要を示す。コンクリート部分の寸法は縦 1000mm×横 1000mm×厚さ 350mm であり、そこに直径 24mm、深さ 130mm の穴を 4 箇所開けた。孔内に長さ 240mm のアンカーボルトをコンクリート表面から 110mm 突出するように設置した後、接着剤を流し込むことでボルトを固定した。接着剤の充填率としては 4 水準 (25, 50, 75, 100%) を設けた (図-2 参照)。なお、いずれのボルトにおいてもナット 2 個により鋼製プレート t=9mm を固定できるようにし、ナットの締め付け程度の違いが弾性波特性に与える影響を把握することとした。

2.2 電磁パルス法による計測の概要

写真-1 に計測概要を示す。励磁コイルは円筒形状とし、コイル中央の空心部にアンカーボルトを貫通させた。励磁コイルに瞬間的に大電流を流し、動磁場を発生させることによりアンカーボルトを振動させた。ボルトの振動に伴って生じた弾性波は、コンクリート表面に貼り付けた AE センサ (ボルト中心から 100mm の位置) により受信した (写真-1 参照)。波形収集装置で時間波形を記録し波形エネルギー (振幅の 2 乗総和) を算出した。

3. 実験結果

3.1 ナットが緩んだ状態での測定結果

図-3 に、ナットが緩んだ状態で測定を行った場合の波形エネルギーと接着剤の充填率との関係を示す。図に示す波形エネルギー比は、接着剤の充填率 100% で算出した値に対する各充填率での値の比である。また、いずれの充填率においても、測定値の平均、最大、最小の範

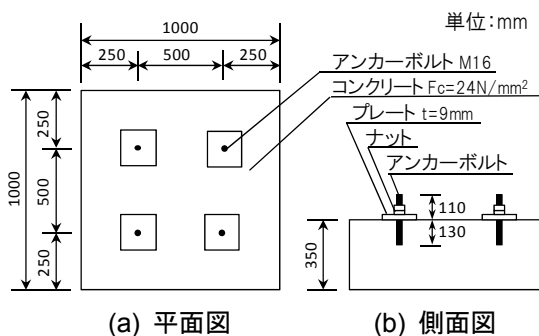


図-1 供試体概要

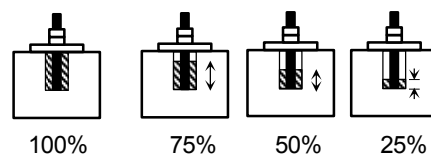


図-2 接着剤の充填ケース

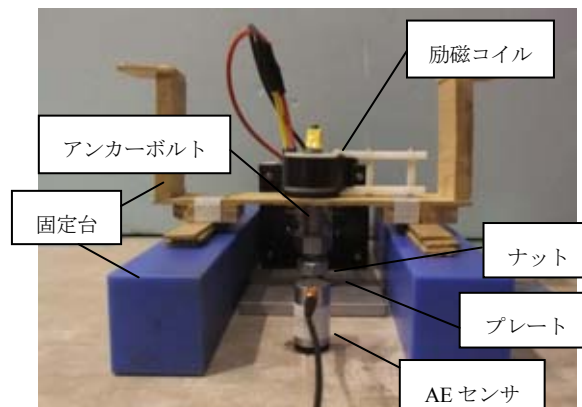


写真-1 電磁パルス法による計測概要

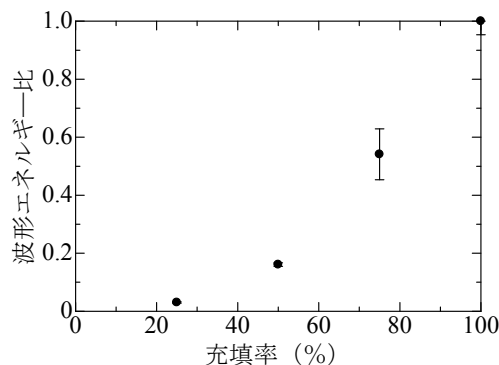


図-3 波形エネルギー (ナットが緩んだ状態)

図を同図に示している。この図より、充填率が大きくなると波形エネルギーも大きくなる傾向がみられた。これは図-4に示すように、空隙部分の大きさの変化に伴い弾性波がアンカーボルトからコンクリート中へ伝搬する際の減衰に差異が生じたためと考えられる。

3.2 ナットを締め付けた状態での測定結果

図-5に、ナットを80N・mで締め付けた状態で計測した場合における波形エネルギーと接着剤の充填率との関係を示す。充填率の増加に伴い、波形エネルギーが大きくなることが確認できる。しかしながら、充填率75%と100%の波形エネルギー比は大小が逆転しており、充填率が高い場合には波形エネルギーから充填率の違いを判別することは困難であることがわかった。これは、ナットを締め付けることによってプレートとコンクリートが接する面の圧力が大きくなることから、ボルトを伝搬する弾性波がプレートからコンクリート表層へと伝搬しやすくなることに起因すると考えられる(図-6参照)。

上記の考察を踏まえ、コンクリートに埋め込まれたアンカーボルト部分に振幅の大きな弾性波を伝搬させることが充填状況の評価のためには重要であると考えられることから、与える磁場の強さをより大きくする工夫をした上で計測を行うこととした。具体的には、アンカーボルト頭部にネオジウム磁石(永久磁石)を設置し静磁場を付与した状態で励磁コイルにより動磁場を発生させて、ボルト内部に弾性波を伝搬させる方法である。この測定方法により得られた波形エネルギー比を図-7に示す。ナットを締め付けた状態においても、充填状況に応じて波形エネルギーが一定の割合で大きくなることが明らかとなった。

4. まとめ

本研究で得られた結論を以下に示す。

- (1) 電磁パルス法による測定において、ボルトにプレートが設置され、ナットが緩んだ状態では、受信した波形エネルギーと接着剤の充填率との間に相関があり、これにより充填程度を評価できることがわかった。
- (2) ボルトがナットにより締め付けられた状態においては、充填状況の違いを明確に把握することが困難であった。
- (3) しかしながら、永久磁石(静磁場)を併用した磁場の強さを高める方法を用いれば、波形エネルギーからアンカーボルト固着部の充填率の違いを的確に評価できる可能性があることを明らかにした。

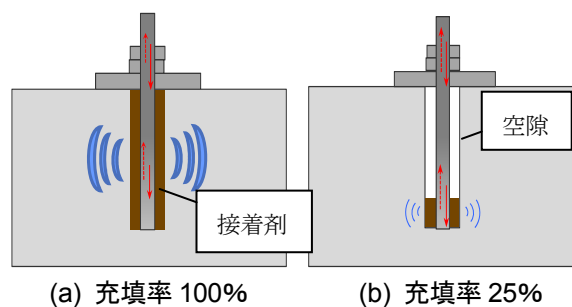


図-4 弾性波伝搬挙動のイメージ

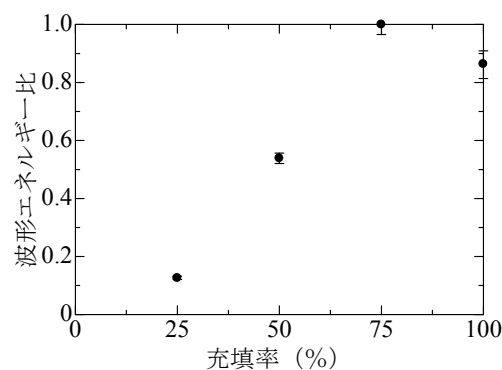


図-5 波形エネルギー

(ナットを80N・mで締め付けた状態)

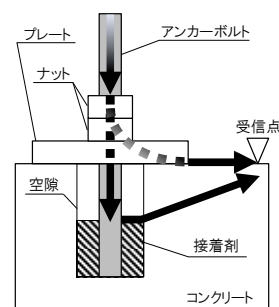


図-6 弾性波伝搬経路のイメージ

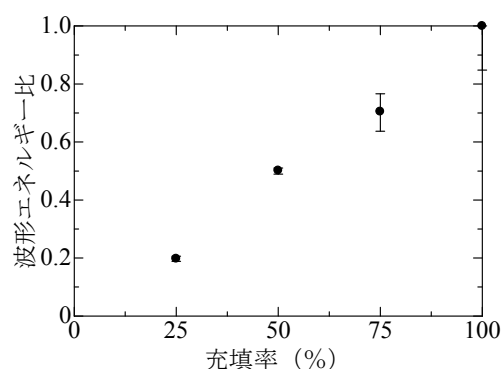


図-7 波形エネルギー

(締め付けあり、永久磁石併用)

謝辞

本研究の一部は、日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(B)25289132)の援助を受けて行なったものである。また、実験の実施およびデータ整理では、大阪大学大学院の劉軒君にご協力頂いた。ここに記して謝意を表する。