

接着系あと施工アンカー固着部の品質が電磁パルス法によるアンカーの振動挙動に与える影響

大阪大学工学部 学生会員 ○湯川 量平
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 寺澤 広基
 大阪大学大学院工学研究科 学生会員 吉田 風雅

大阪大学大学院工学研究科 正会員 鎌田 敏郎
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 服部 晋一
 西日本高速道路株式会社 正会員 安里 俊則
 西日本高速道路株式会社 正会員 堤 浩志

1. はじめに

本研究では、孔内清掃不良を模擬した接着系あと施工アンカー供試体を作製し電磁パルス法による実験を行い、コンクリート穿孔後の孔内の切粉の有無がアンカー固着部の評価に与える影響を把握することを目的とした。具体的には、供試体孔内の清掃方法を変化させることで、接着剤に切粉が混合することによるアンカー固着部の品質の変化がアンカーの振動挙動に与える影響について検討を行った。

2. 実験概要

1) 供試体概要

供試体のコンクリート部分の寸法は、縦 300mm×横 300mm×高さ 250mm とし、コンクリートの圧縮強度は 33.6N/mm²である。コンクリート表面の中央に穿孔径 19mm、穿孔深さ 130mm の孔をハンマドリルで穿孔した。表-1 に作製した供試体の清掃ケースを示す。設定したブローやブラッシング、水洗いの回数と時間は、切粉が排出されなくなった条件である。また、ブローにはダストポンプ、ブラッシングには専用のブラシを用いた。これらの条件の供試体に対して、二液混合型エポキシ樹脂 (E2300JS) を主剤 2 : 硬化剤 1 の質量比で混合し、孔内へ充填した。そして全長 230mm のボルト (M16, SNB7) を埋込み長さ 130mm で設置した。

2) 計測概要

図-1 に測定状況を示す。励磁コイルは 6 ターン、12 ターンの 2 種類を使用し、パルス電流発生装置の電圧は 600V、静電容量は 1,100 μ F とした。そして、ボルト頭部に設置した LDV でボルト頭部の振動を受信した。また、ボルト中心から 50mm 離れた位置に AE センサを 1 箇所設置することで、コンクリート表面での

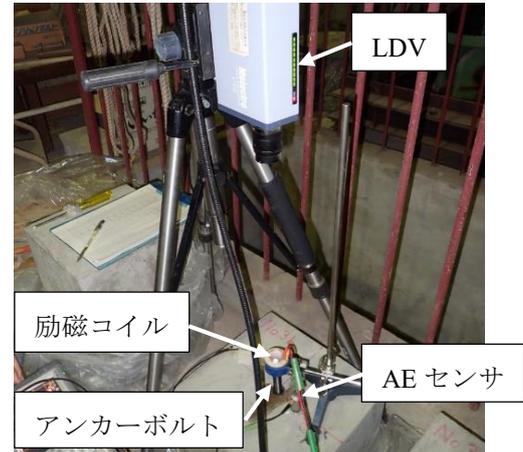


図-1 電磁パルス法による測定状況

表-1 清掃ケース

No.	清掃状態	清掃方法
1a	①清掃無し	無し
1b		
1c		
2a	②清掃有り	ブロー:15回 ブラッシング:10回 ブロー:10回
2b		
2c		
3a	③清掃有り (水洗い)	ブロー:15回ブラッシング:10回 ブロー:10回 水洗い:10秒
3b		
3c		

振動を受信した。なお、AE センサの固定にはホットメルト接着剤を使用した。いずれの施工ケースにおいても計測回数は 3 回とし、受信した信号はデータ数 10,000 点、サンプリング間隔 1 μ s の時刻歴応答波形として波形収集装置に記録した。なお、測定はアンカーの施工を行ってから 13 日後に実施した。

3. 実験結果および考察

3.1 孔内清掃の有無による接着剤への影響

下向き施工の条件で、ブロー 2 回およびブラッシング 1 回行った際に排出されたコンクリートの切粉量を表-2 に示す。この結果から、穿孔径 19mm、穿孔深さ 130mm の下向き施工の清掃でブローおよびブラッシングを行うことによって、10g 以上の切粉が排出される

キーワード 接着系あと施工アンカー、電磁パルス法、孔内清掃、非破壊評価

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科 TEL/FAX 06-6879-7618

ことが分かった。

続いて、清掃によって排出した切粉の真密度をピクノメータ法により測定した。その結果、切粉の真密度は 2.32g/cm^3 であった。つまり、清掃せずに穿孔径 19mm、穿孔深さ 130mm の下向き施工を行うと、接着剤の体積の約 40% が切粉となり、混合されることがわかった。

3.2 残留切粉の有無が評価指標に与える影響

振幅の差異を定量的に評価する指標として、既往の研究で定義している波形エネルギーを算出した¹⁾。波形エネルギーは、時刻歴応答波形の各サンプリング点における振幅値の 2 乗和で表され、以下に示す式 (1) によって算出される。

$$E = \sum_{i=0}^n y_i^2 \quad (1)$$

E : 波形エネルギー, y_i : 応答波形における各サンプリング点の振幅値, n : 時刻歴応答波形におけるサンプリング数 ($n=10,000$: $0 \sim 10,000\mu\text{s}$) である。

図-3、図-4 にボルト頭部受信、コンクリート表面受信における各清掃ケースの波形エネルギー比の結果を示す。図-3 より、「清掃無し」と比較して、②と③の「清掃有り」の波形エネルギー比が 4~5 割程度小さくなるのが明らかになった。これは、「清掃無し」においては接着剤に切粉が混合しており、その硬化過程において切粉と接着剤との間に不連続な境界面が形成されることから、切粉を含まない健全な接着剤と比較して見かけの剛性が低下することによりボルトが振動しやすくなり、波形継続時間が長くなったからであると考えられる。また、図-4 より、「清掃無し」と比較して、②の「清掃有り」では波形エネルギー比が大きくなり、③の「清掃有り」では励磁コイル 12 ターンで波形エネルギー比が大きくなっていることがわかる。これは、「清掃無し」において、接着剤に切粉が混合することで切粉と接着剤との間に不連続な境界面が生じ、ボルトからコンクリートへの弾性波が伝搬しにくくなり振幅が小さくなったためであると考えられる。しかしながら、③の「清掃有り」の 6 ターンでは波形エネルギー比が小さくなっている。この理由については、現時点では不明であるため今後さらに検討を行う必要がある。

4. 結論

接着系あと施工アンカー孔内の清掃状態を変化させ

表-2 排出したコンクリート切粉量

No.	質量(g)	No.	質量(g)
2a	14.32	3a	10.86
2b	11.84	3b	12.90
2c	10.81	3c	11.30

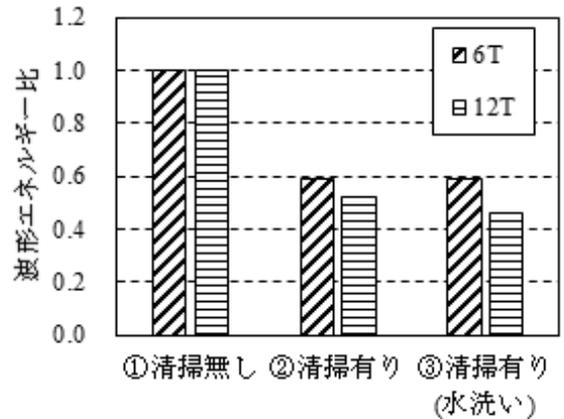


図-3 ボルト頭部受信の波形エネルギー比

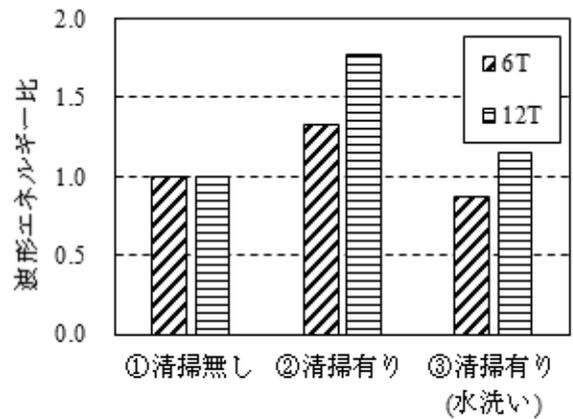


図-4 コンクリート表面受信の波形エネルギー比

て電磁パルス法による計測を行うことで、切粉の残留によりアンカー固着部の品質が低下すると波形エネルギーが大きくなる条件が存在することがわかった。

謝辞

本研究は、コニシ株式会社の援助を受けて行ったものである。ここに謝意を表する。

参考文献

- 1) 山本貴大, 鎌田敏郎, 寺澤広基, 服部晋一: 電磁パルス法による接着系あと施工アンカーの施工不良を対象とした非破壊評価手法, 第 17 回コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレードシンポジウム, 第 17 巻, pp.95-100, 2017.10