

第V部門

接着剤の物性が電磁パルス法によるあと施工アンカーの非破壊評価に与える影響の検討

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 正会員 鎌田 敏郎

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 服部 晋一

1. はじめに

接着系あと施工アンカーにおける埋込長不足や接着剤充填量不足に対して電磁パルス法を用いた施工不良の評価手法の適用性が明らかとなってきた¹⁾。この接着系あと施工アンカーに用いられる接着剤は主剤と硬化剤を混ぜることによって硬化するものであるが、その攪拌方法等による配合ムラから生じる接着剤の物性の変化が電磁パルス法の測定結果に与える影響についての検討はまだ十分に行われていない。そこで本研究では配合の違いによる接着剤の物性の変化が電磁パルス法による非破壊評価に与える影響について 3 次元衝撃応答解析による検討を行った。

2. 解析概要

2.1 解析モデル概要

図-1 に解析モデルの概要を示す。解析モデルのコンクリート母材部分の寸法は、縦 300mm×横 300mm×高さ 250mm でボルトは直径 16mm、埋込み長さは 130mm、コンクリート部からの突出し長さが 100mm となるように設定した。ここで、埋込み長さは直径 16mm のボルトに対して設計基準長である 7d (d はボルト径) 以上となるように設定した。また、この解析モデルにおいては接着剤の物性を変化させるため、主剤と硬化剤の配合比が 2 : 1, 4 : 1, 6 : 1, 8 : 1 の合計 4 ケースの接着系あと施工アンカーの解析モデルを想定している。接着剤要素はコンクリート要素とボルト要素の間に厚さ 1.5mm の層を設け、表-1 に示す物性値を設定することで実際の対象物を模擬している。

2.2 解析条件

図-1 に示す通り、荷重入力位置はボルト上面中央部とし、弾性波受信位置（出力位置）についてはボルト中央の 1 節点とコンクリート表面のボルト中心から 50mm

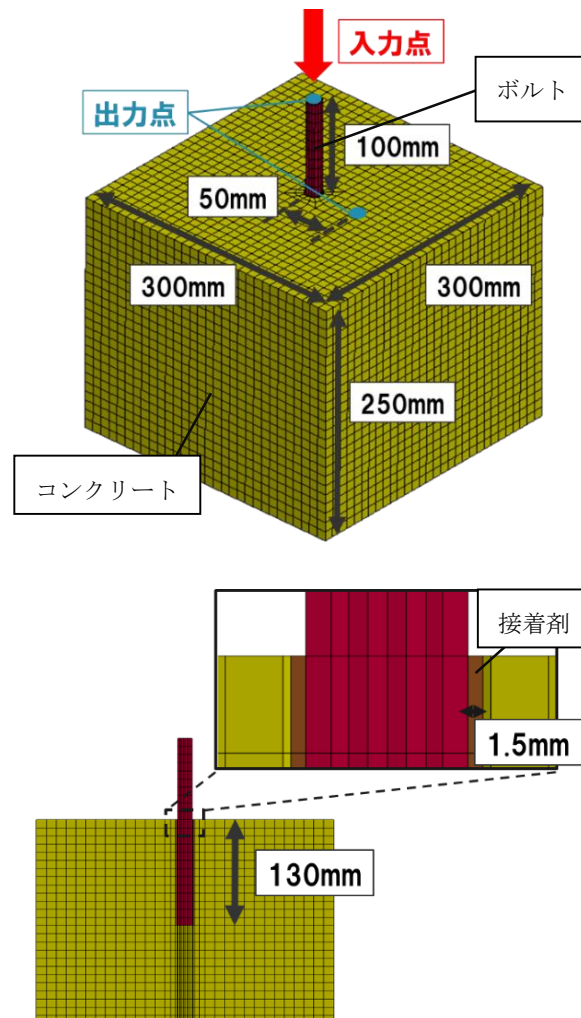


図-1 解析モデル概要

表-1 接着剤の物性値

	配合比 (質量比)		圧縮強度	弾性係数	ポアソン比	密度
No.	主剤	硬化剤	N/mm ²	N/mm ²	—	g/cm ³
1	2	1	89.5	3588	0.45	1.16
2	4	1	105.7	4324	0.44	1.18
3	6	1	102.3	3660	0.44	1.18
4	8	1	79.7	2789	0.27	1.18

離れた位置の合計 2 点出力点を設定した。また入力波形は実験において励磁コイル上面に設置したサーチコイル（ボルトに作用する磁力を測定するコイル）で得られた電圧を応力に変換することで求めた。励磁コイルの巻き数は 12 ターン、電源電圧は 600V、静電容量

1100 μ F に設定した。入力波形を図-2 に示す。

2.3 物性値の計測

解析モデルに使用した表-1 の物性値は、配合比を変化させることにより物性を変化させた接着剤の試験体を作製し、供試体中央部にひずみゲージを貼付け万能試験機で圧縮試験を行うことにより得られた値を使用した。ここで、接着剤の圧縮強度と弾性係数に着目すると、接着剤の配合比が変化すると圧縮強度、弾性係数も変化することがわかる。

3 解析結果および考察

3.1 評価に用いた指標

本研究では振幅の差異を定量的に評価する指標として波形エネルギーを算出し、接着剤の物性との関係について検討を行った。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 乗和で表せられ、以下に示す式(1)によって算出される。

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

ここで 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 ($n=10000$: $0 \sim 10000\mu$ s) である。

3.2 接着剤の物性が評価指標に与える影響

本研究では配合比が変化すると弾性係数も変化することに着目し接着剤の弾性係数と波形エネルギー比の関係について検討を行った。図-3 (a) (b) にその関係を示す。ここで波形エネルギー比は弾性係数が最も大きい場合を 1 としている。いずれの受信位置においても弾性係数が低下すると波形エネルギーが増大する傾向が確認できた。これは接着剤の弾性係数が低下するとボルトとコンクリート固着部の剛性が低下し、ボルトの振動レベルが大きくなったからであると考えられる。また、各受信位置における波形エネルギー比の変化量に着目した場合、ボルト頭部受信では最大値と最小値の差が約 0.1 であるのに対し、コンクリート表面受信では約 0.2 となっており、およそ 2 倍の変化量を示していることがわかる。このことから弾性係数の低下による波形エネルギーの増加量はコンクリート表面受信でより大きくなる可能性が示唆された。

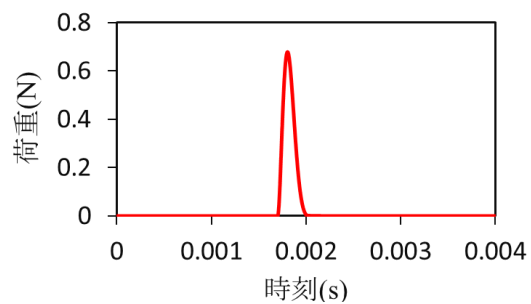
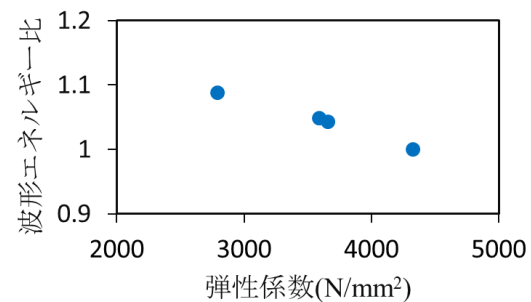
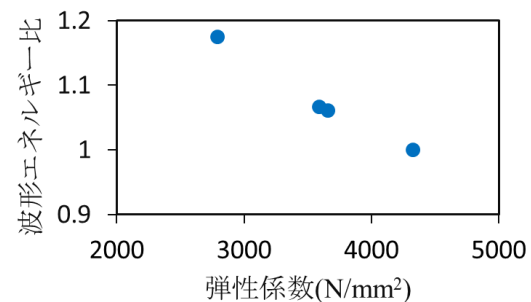


図-2 入力波形



(a) ボルト頭部受信



(b) コンクリート表面受信

図-3 弾性係数と波形エネルギー比の関係

4. まとめ

- (1) 接着剤の弾性係数が低下すると波形エネルギーが増大する傾向が得られた。
- (2) 弾性波の受信位置による波形エネルギーの変化量は、ボルト頭部受信に比べコンクリート表面受信のほうが大きくなることが確認できた。

謝辞

本研究における物性値の計測は、コニシ株式会社の協力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) 服部晋一, 寺澤広基, 林本和也, 鎌田敏郎: 電磁パルス法の入力条件が施工不良を模擬した接着系アンカーの振動特性に与える影響に関する実験的評価, セメント・コンクリート論文集, Vol.71, pp.248-255, 2017