

超音波法を用いた鉄筋付着切れ探査に関する基礎研究

芝浦工業大学大学院 正会員 松村嘉之
 芝浦工業大学 正会員 勝木 太
 芝浦工業大学 桐ヶ谷 淳
 芝浦工業大学 佐々木 慎

1.背景と目的

RC 構造物においてコンクリートと鉄筋との付着切れ領域を探査する目的には、疲労損傷を受けた曲げ破壊先行型の RC 梁部材の場合、ひび割れ発生と共に鉄筋付着切れが進行していくため、ひび割れ間の付着切れがどの程度進行しているか非破壊的に検知することができれば、疲労損傷レベルの評価をできる可能性があること、また鉄筋腐食による付着切れの領域が分かれば、鉄筋腐食による剥離が表面化する前に対策をとることなどが挙げられる。そこで本研究では、鉄筋付着切れをどの程度超音波法で検知できるか模擬試験体を製作し実験的に検証した。

2.実験概要

図-1、表-1 に試験体概要を示す。付着切れの条件は、付着切れの損傷度(健全な状態で鉄筋を埋設、塩水で強制的に腐食させた鉄筋を埋設、弱材令時に鉄筋をハンマーで叩き人為的に付着切れを起こさせたもの)、付着切れ層の厚さ(0~5mm)、付着切れの幅(20~40mm)の3つの条件にし、計10体の試験体を作成した。なお、条件 および の試験体では、鉄筋にステンボードを巻きつけ、付着切れを模擬した。また、鉄筋には普通丸鋼(D16)を、躯体にはモルタルを使用した。

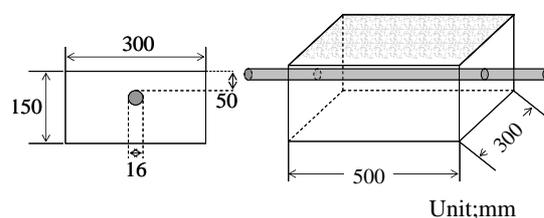


図-1 試験体概要

表-1 作成試験体パターン

付着切れ条件	厚さ(mm)	幅(mm)
健全な状態	0	0
塩水強制腐食	-	-
人為的に付着切れを発生	-	-
付着切れ層の厚さ	0	0
	1	500
	2	500
	3	500
付着切れ層の幅	1	20
	1	30
	1	40

3.測定概要

測定方法は一探触子法を採用し、鉄筋直上に沿って走査させた。測定間隔は、条件 および で 50mm、また条件 では付着切れ幅を検知することから 5mm とした。また、探触子は、外径 50mm、共振周波数 200kHz の広帯域探触子を用いた。なお、評価方法は受信波形の第一波のピーク時における振幅値と伝播時間を用いて行った。

4.実験結果および考察

4-1 付着切れ条件 図-2 に損傷レベルごとの試験体で得られた受信波形を示す。図より、人為的に付着切れを起こさせた試験体()、強制的に腐食させた鉄筋を埋設した試験体()、健全な状態で鉄筋を埋設した試験体()の順番で受信波の伝播時間が短く、振幅値も大きくなることが分かった。これは、モルタルと鉄筋間に生じた空隙の厚みにより、伝播時間は鉄筋に到着する前に空隙で反射するため、振幅値は受信波の減衰量が小さくなるのが原因と考えられ、損傷レベルの違いにより伝播時間、振幅値が異なることが確認できた。

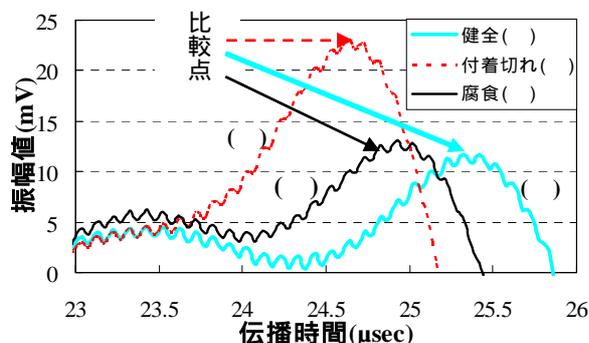


図-2 丸鋼鉄筋の付着切れ模擬試験体の比較

キーワード 付着切れ、超音波法、伝播時間、振幅値

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学工学部土木工学科

TEL03-5859-8359

4-2 付着切れ条件

そこで、より定量的に付着切れを評価するために、スチレンボードの厚みを表-1 に示すように設定し、鉄筋全体を被覆し実験を行った。図-3に振幅値と厚みの関係、図-4に伝播時間と厚みの関係についてそ

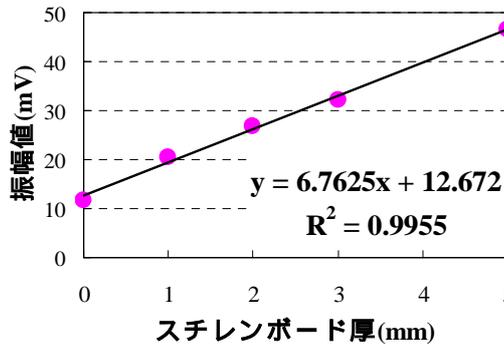


図-3 厚みと振幅値の関係

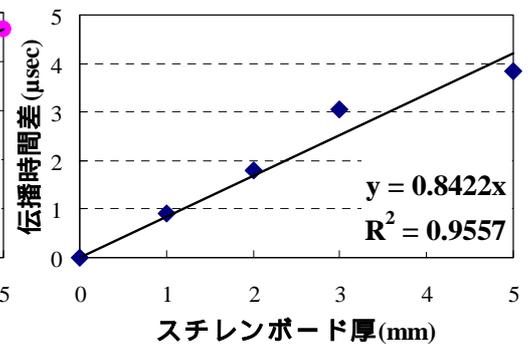


図-4 厚みと伝播時間の関係

れぞれ整理したもの示す。図より、空隙の厚みが増加すると、伝播時間が短くなり、振幅値が増加する傾向にあることが分かったと共に、両者ともそれぞれ比例関係が成立つことが分かった。なお実際の付着切れ厚さは1mm以下である可能性があり、今後、1mm以下の空隙の厚みが検出できるか確認する必要がある。

4-3 付着切れ条件

次に、表-1 に示す付着切れ幅で被覆した鉄筋を供試体中心(250mm 位置)位置より両側に等距離になるよう埋設し、実験を行った。図-5 にスチレンボード幅 40mm の振幅値と計測位置の関係を示す。図より、スチレンボードが被覆してある供試体中心位置付近で振幅値が大きくなり、その位置に付着切れが存在することが分かる。しかし明確に、幅 40mm の付着切れが存在するかはこの図からは判断しかなる。これは、探触子の外径よりもスチレンボードの幅が小さいために、受信波が健全部の影響を受けたこと等によると考えられる。次に、図-6 に被覆幅が 20mm、30mm、40mm の場合の伝播時間と計測位置の関係を示す。図より、伝播時間で評価すると振幅値で評価したものとは異なり、伝播時間が一定となる区間が被覆幅と同じ長さだけ計測できることが分かった。なお、図-5 および図-6 のスチレンボード幅 40mm の結果において、計測位置 210mm の位置で振幅が大きく、伝播時間が短い結果になっているが、これは施工不良等による空隙が鉄筋とモルタルの間に存在してしまったためと考えられる。以上のことから、付着切れ長さを評価するには、伝播時間を指標とすることが望ましいことが分かった。

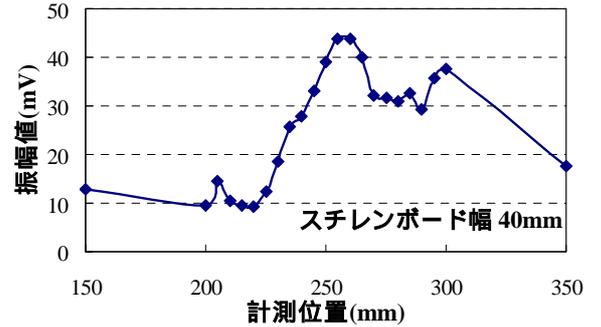


図-5 空隙位置と振幅値

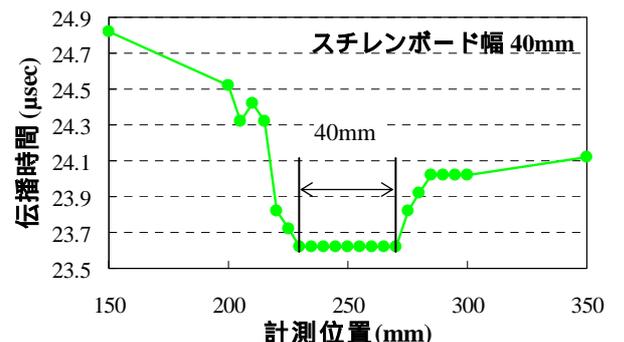
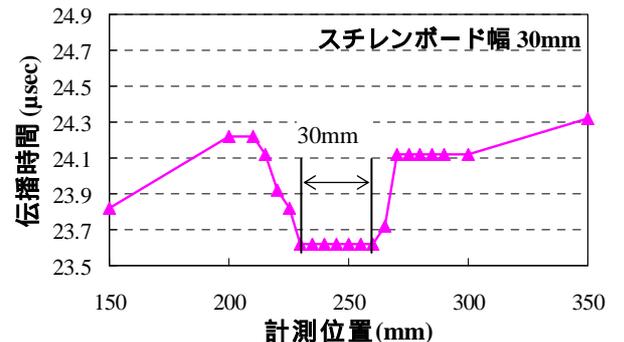
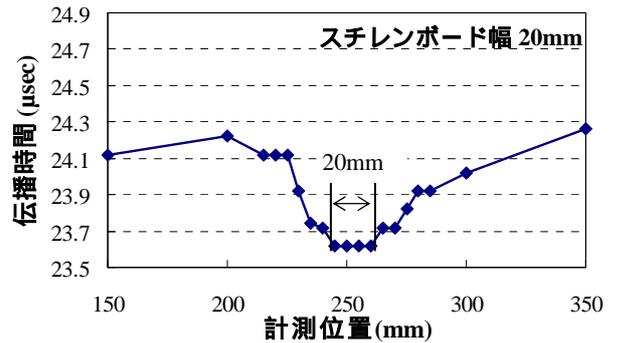


図-6 領域の検知

5.まとめ

- ・付着切れ条件 損傷レベルの違いにより伝播時間、振幅値が異なることが確認できた。
- ・付着切れ条件 空隙の厚みが増加すると、伝播時間は短くなり、振幅値は増加傾向にある。なお、厚みと振幅値、厚みと伝播時間において、それぞれ比例関係が成立つことが分かった。
- ・付着切れ条件 振幅値で評価すると、空隙位置を判定出来る可能性はあるが、空隙幅までは検出できない。伝播時間で評価すると空隙位置、空隙幅共に検出できることが分かった。