

高性能電磁波レーダーを用いた鉄筋探査によるあと施工アンカー削孔ロスの低減

前田建設工業株式会社 正会員 ○久保田 崇嗣 正会員 羽根田 隆 正会員 西村 麻由人

1. はじめに

本工事は、築造から約 40 年経過した高速道路の橋梁に、現在の耐震性能を担保すべく、落橋防止構造、横変位拘束構造、水平力分担構造等、耐震補強部材を設置する工事である（図-1）。施工フローとしては、まず既設躯体の現況を調査し、鉄筋探査を行う。探査結果より既設鉄筋に干渉しないと予想される箇所に削孔位置を変更し、あと施工アンカーを施工した後に耐震補強部材を取り付ける。しかし、鉄筋探査を実施しても既設鉄筋干渉によるアンカー削孔ロスが多いことが問題であった。

本論文は、あと施工アンカー削孔ロスについて、高性能電磁波レーダーを用いて鉄筋探査を行った場合、一般的な鉄筋探査機と比較して、どの程度低減するか比較検証するものである。本工事のあと施工アンカーの数量を表-1に示す。総設計削孔数は 3,896 本で、上部工と下部工それぞれに水平方向と鉛直方向の削孔向きがある。今回は最もアンカー本数が多いことに加え、削孔作業員の技量に差が出にくく純粋に鉄筋探査機の性能を比較しやすい、下部工落橋防止構造の水平方向に着目し検討を行った。



図-1 耐震補強部材設置例

表-1 アンカー削孔数量表

部位		向き	設計数量		
			削孔本数	削孔長(m)	平均削孔長(mm)
上部工	中空床板	鉛直(上)	516	254.1	490
	PC桁	水平	326	164.7	510
下部工	落橋防止	鉛直(下)	298	220.0	740
	落橋防止	水平	1,990	1,326.5	670
	RC補強	水平	766	362.8	470
全体			3,896	2,328.2	600

2. 現状・課題

一般的な鉄筋探査機を用いた場合、削孔ロス率は 40.7%であった。一般的な鉄筋探査機は、電磁波により測定した波形を読み取り、最も突出した位置を鉄筋位置として読み取るものである（図-2）。探査範囲は、躯体表面から 400mm 程度となっている。躯体表面に近いほど波形は凸となるため読み取りやすいが、深度が深くなるほど波形は緩やかになり、正確な鉄筋位置の判別が困難となる。また、既設鉄筋が複雑化すると波形が重なるため、鉄筋位置の判別はより困難となる。よって判別には経験と技量が必要となるため、測定者による探査結果の精度差が大きい。さらに、本工事の平均削孔長は 600mm であり（表-1）、一般的な探査機では能力的に限界があると考えられる。

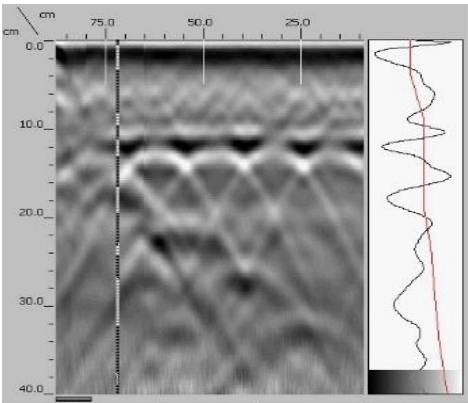


図-2 一般的な鉄筋探査機の波形

以上より、一般的な鉄筋探査機を使用した場合の課題は以下の通りである。

課題①：削孔範囲（600mm）まで精度よく鉄筋探査する方法。

課題②：経験・技量に依存することなく、誰にでも一定水準で判断する方法。

キーワード あと施工アンカー、鉄筋探査、電磁波レーダー、耐震補強、橋梁
連絡先 福岡県福岡市博多区博多駅東 2-14-1 前田建設工業（株） 九州支店 TEL092-451-1541

3. 高性能電磁波レーダーの特徴

今回使用する高性能電磁波レーダーとしては、①鉄筋探査可能範囲が最大 700mm、②鉄筋位置を AR により画像化でき探査精度が標準化される、という 2 つの特徴を有する Proseq 社の鉄筋探査器「GP8000 シリーズ」¹⁾を採用した（図-3）。

3. 1 鉄筋探査可能範囲について

一般的な鉄筋探査機は、探査深度に応じて周波数を変えながら測定する必要があるが、GP8000 シリーズは 1 回の測定で幅広い周波数帯を同時に測定できる（図-4）。よって最大探査深度が 700mm と深く、千鳥配筋等の過密配筋箇所の識別も可能となっている。

3. 2 鉄筋位置の画像化について

iPad と接続することで、即座に配筋状況をモデル化し、可視化できる。AR を使用することで、現地条件と見比べながら鉄筋位置を確認できるため、波形の判別を行うことなく、技量を問わずに探査結果が視覚的に判るようになっている（図-5、図-6）。

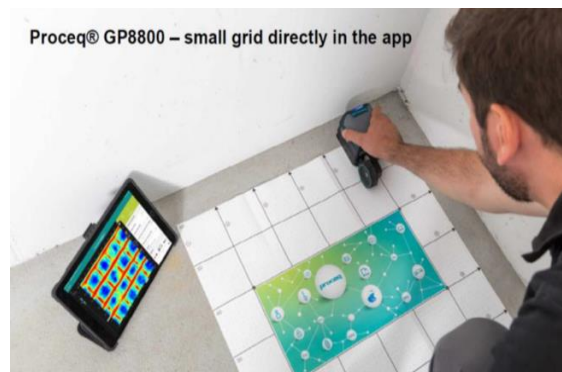


図-3 鉄筋探査器（Proseq 社）

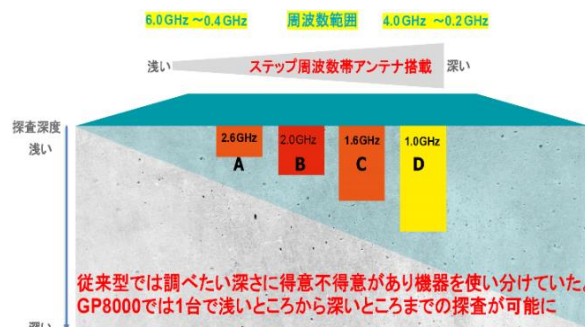


図-4 高性能電磁波レーダーの探査深度

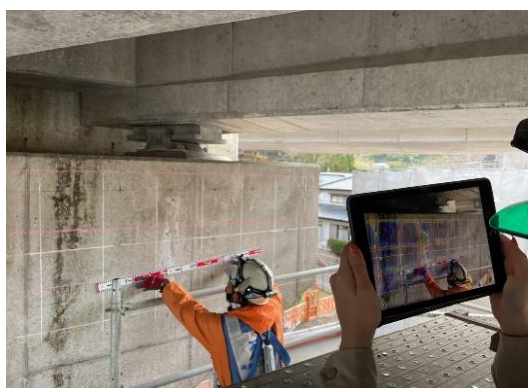


図-5 探査結果確認状況



図-6 AR 投影状況

4. 結果

図-7 に一般的な鉄筋探査機を使用した箇所の削孔ロス率と高性能電磁波レーダーを使用した箇所の削孔ロス率との比較表を示す。アンカー削孔ロス率は減少し、13.9%となった。一般的な鉄筋探査機に比べ深部の鉄筋を把握できたこと、AR による画像化で探査結果が視覚化できたことが、削孔ロスの低減に寄与したと考えられる。

5. まとめ

今回は各部位の中で下部工落橋防止構造の水平方向のみに着目したが、今後は他の削孔条件においても比較検証をし、使用箇所を増やすことで、更なる削孔ロスの低減が可能と考えられる。

参考文献

1) エフティーエス株式会社 最新式高性能電磁波レーダーGP8800 <https://www.fts-web.jp/>

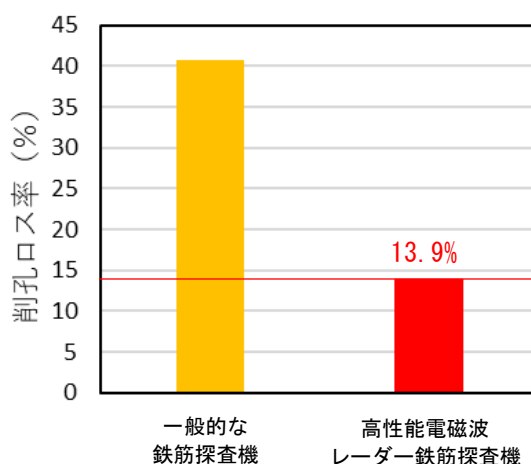


図-7 削孔ロス率比較