

7. レーダによる鉄筋の探査

KOMATSU：*阿部 友行・坂西 昇一

1. はじめに

既設建築物に重量物を設置する際、アンカボルトの位置決めのためにコンクリート床内の鉄筋位置を正確に知りたいことが多い。従来、鉄筋の位置探査には、電磁誘導方式の金属探知機が用いられてきた。この方法は、周囲に存在する鉄筋以外の金属に影響を受けてしまうこと、出力される情報が磁界強度だけなので、鉄筋位置をイメージすることに慣れが必要であること、などの使いにくさがあった。

電磁波レーダ方式の鉄筋探査装置は、コンクリート内部断面を2次元画像化して表現するため、初めて使用する者にとっても鉄筋位置を判断しやすい。特に今回試作した鉄筋探査装置は、表示部にカラー液晶を用いることで、画像の解読を直感的にしている。

2. 装置の構成

今回試作した鉄筋探査装置はアンテナ台車部と表示部の2つの部分から成り立っている(図-1)。アンテナ台車部を探査したい床上で走らせれば、その軌跡の断面画像が、表示部に表示される(図-2)。

探査の原理は、船や航空機で用いられているレーダと同じく、電波の反射強度の変化、反射時間から対象物を探し当てる。アンテナ台車の送信アンテナから約1 nsの電磁波パルスがコンクリートに向けて照射され、コンクリート中を透過し、鉄筋で反射して、アンテナ台車の受信アンテナに戻る。鉄筋の真上付近では、強い反射波がもどり、鉄筋のないところでは強い反射波は見られない。アンテナ台車の移動距離5 mm毎に反射波形をその強度に従って色づけして並べれば、図-2に示すような疑似の断面画像が得られる。画像の横軸はアンテナ台車の移動距離、縦軸は時間軸すなわち深さ方向の情報を表わす。

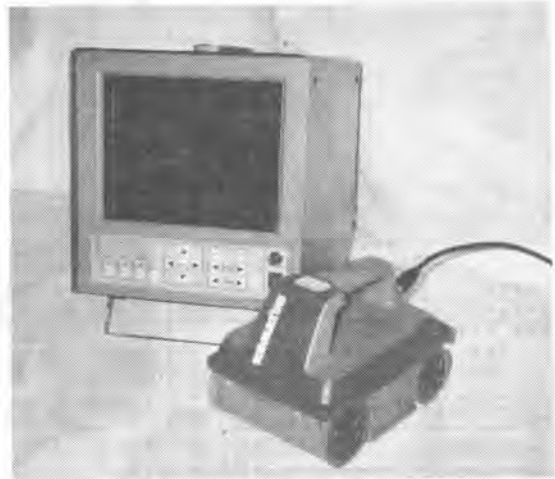


図-1 鉄筋探査装置

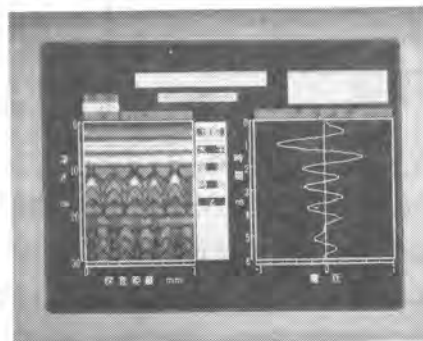


図-2 表示画面

3. テストベンチによる探査実験

試作した鉄筋探査装置を用いて性能確認のテストを実施した。テストには、鉄筋の太さ、深さを覚えて埋め込んだ縦70 cm、横35 cm、高さ10 cmのコンクリート板テストベンチを用意した。

図-3は、直径20 mm、13 mm、9 mm、5 mmの鉄筋を間隔12.5 cm 毎に、深さ5 cmに埋めたテストベンチの表面から電波を当てて得られた画像である。深さ5 cm付近に白または黒の傘型模様が見えるのが鉄筋からの反射画像であり、12.5 cm間隔に4本並んでいるのがわかる。実際にはカラー画像であり、より鮮明で、はじめて画像を見る者にも見落とすことは考えられない。

図-4は、直径9 mmの鉄筋を10 cm間隔に、それぞれ深さ4 cm、3 cm、2 cm、1 cm、0 cmに埋めたテストベンチの探査画である。深さによって探査の色具合が異なるが、鉄筋の有無は容易に判定できる。

この画像に簡単な画像処理を施し、無駄な情報を消去したものが図-5である。鉄筋の有無の判定ははるかに容易であるが、慣れれば図-4で充分判断ができ、図-5は迷った時の確認用といえる。

画像が縦に何重にも重なって見えるのは、電波のリングングのためである。これも信号処理によって無駄な部分を消去することは可能であるが、馴れればあまり邪魔にならず、かえって判断に都合がよい。

画像処理や、信号処理は、慎重に用いないと重要な情報を消去してしまうおそれがあるうえ、処理をする前に結果が想像できる場合が多いため、処理をしない生の画像で判断してしまうことがほとんどである。

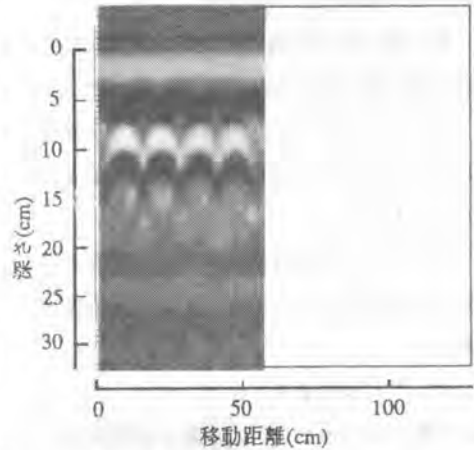
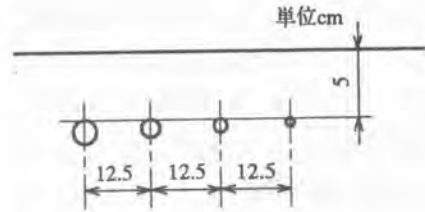


図-3 探査画像 (径5~20 mm)

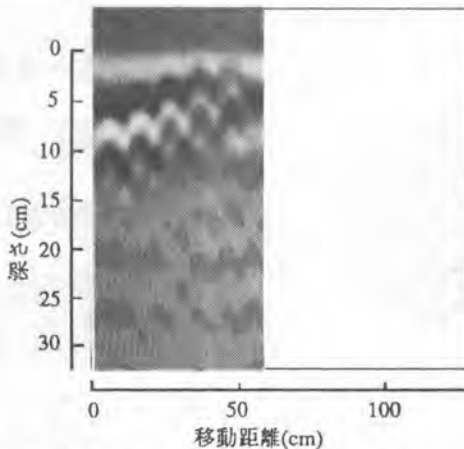
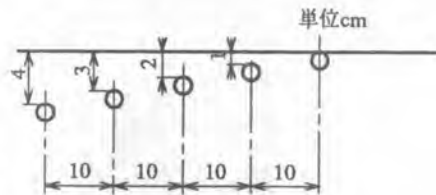


図-4 探査画像 (深さ0~4 cm)

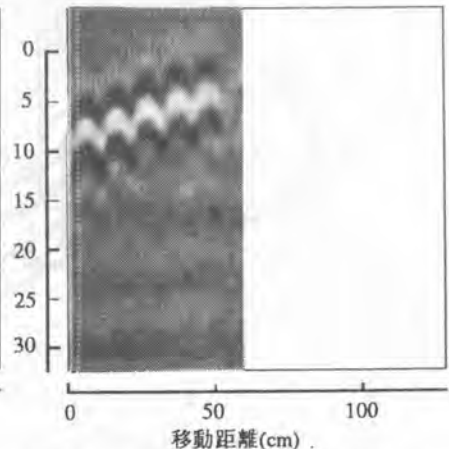


図-5 探査画像 (図-4の処理後)

その他の実験を通じて探知深さの限界は、コンクリートの質や表面状態にも左右されるが、深さ約15 cmまで、2本の鉄筋の間隔7 mm以上なら、鉄筋の太さにかかわらず容易に探査可能であることがわかった。

4. 既存建築物での探査例

本装置の実際現場での性能を試すため、既存建築物の鉄筋の配筋状態を調べた。

図-6は調査中の状況写真である。調査した梁の寸法は、高さ104 cm、幅46 cmであった。

図-7は縦方向（鉛直方向）の探査画像、図-8は横方向（水平方向）の探査画像である。

図-7には約25 cmピッチの、図-8には約14 cmピッチの鉄筋が認識できる。このことから、梁の中の鉄筋は図-9のように配置されていると考えられる。



図-6 梁の探査状況

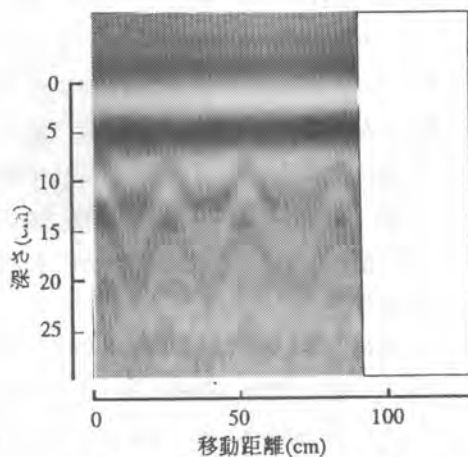


図-7 探査画像（梁：鉛直方向）

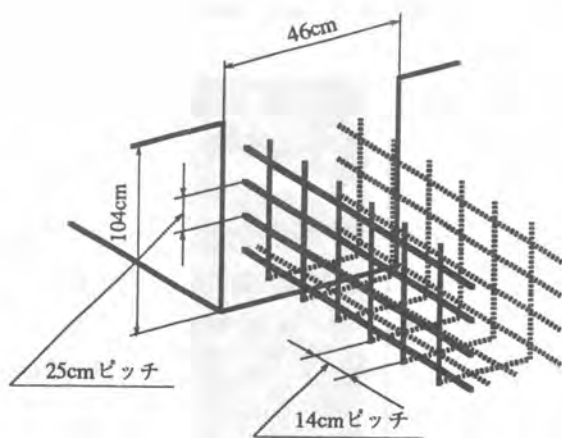


図-9 配筋推定図

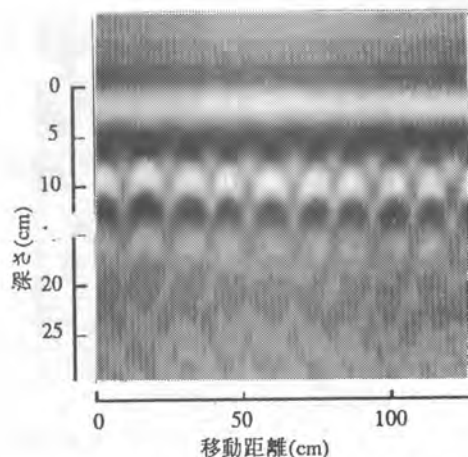


図-8 探査画像（梁：水平方向）

5. 他の用途への展開

電磁波レーダ方式のコンクリート床内の鉄筋探査装置は既存建築物の床に、重量物を設置する際のアンカーボルト位置決としての用途以外にも、さまざまな用途が考えられる。例えば、

- ・既存ビルの壁面に空調用冷媒配管などの貫通孔をあけたい場合の鉄筋位置の調査
- ・橋梁の側面にケーブルを固定する支持金具を取り付ける際の鉄筋位置の調査

また鉄筋以外にも、

- ・コンクリート壁面に埋め込まれた電線管等の位置調査

にも用いることができる。

電磁波レーダでは、非金属の探査も可能なので、

- ・コンクリート中の塩ビやプラスチックの位置調査も可能性がある。

また、最近はコンクリート構造物劣化診断のニーズが急増しており、鉄筋の正確な深さを知り、構造物の経年や、設置環境などのデータから、改修の緊急度を評価するといった用途も考えられており、この方面への応用が期待できる。

さらに、全く別の用途として、基準レベル、マーカとしての利用が考えられる。図-10ように、コンクリートブロックの間に金網を入れた場合、図-11の探査画像が得られ、金網の上部のコンクリートの厚みわかる。そこで、舗装道路等の内部の適当な深さに、電磁波の反射物体を埋め込んでおいて、定期的に厚みの探査を行うことで路面のメンテナンスの為のデータを得る事ができる。あるいは、無人車両等の誘導用のマーカとしても使用できる。

6. まとめ

電磁波レーダを用いた鉄筋探査装置を開発した。表示部にカラー液晶パネルをもちいているため、画像の判断が明確である。この装置はコンクリート内の鉄筋を探査するだけに留まらず、さまざまな用途に使用できる可能性を含んでいる。特に、コンクリート構造物の劣化診断への応用が期待されている。

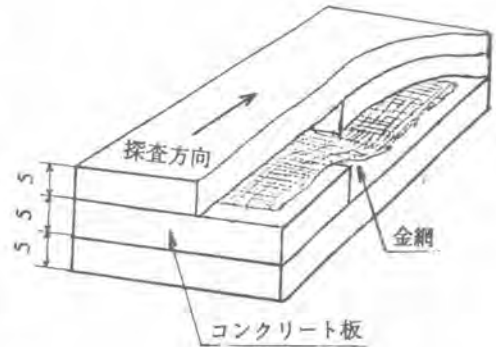


図-10 金網探査状況

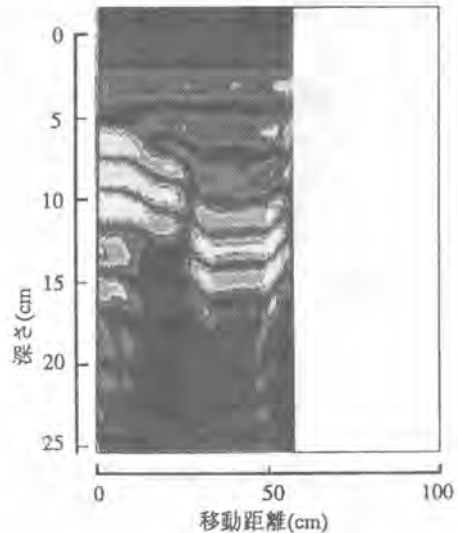


図-11 探査画像（金網）