

千葉工業大学 正員 本岡 誠一
東京工業大学 正員 奥島 基良

1. まえがき

コンクリート中に埋設されている鉄筋の位置をコンクリート表面上から比較的容易に探知する技術の開発が望まれている。

筆者らは衝撃的電磁駆動法を用いて、コンクリート表面上からコンクリート中の鉄筋の埋設位置を測定する新しい計測方法を考案し、実用化を目指して研究を進めている。

この方法は、コンクリート表面に偏平な渦巻コイルを置き、このコイルに衝撃的大電流を流して、コンクリート中に埋設されている鉄筋を電磁的に直接駆動し、鉄筋から放射される衝撃的弾性波をコンクリート表面上に設置した受波器で受信し、この弾性波の伝搬時間とコンクリート中のたて波速度とから鉄筋の存在位置を探知しようとするものである。そこで、この方法による鉄筋の位置探知の可能性について実験的検討を行ない、さらに、鉄筋から放射される弾性波の特性についても検討を行なった。その結果、この方法が非常に有望であることがわかった。

2. 測定装置 および鉄筋から放射される弾性波の測定

Fig. 1 に、鉄筋駆動用コイルとウレタン樹脂棒付圧電形受波器の構造図を示す。駆動用コイルはベークライト板の上に偏平な渦巻コイルが接着されている。受波器は圧電素子(PZT) 2枚を貼り合せ、これをウレタン樹脂棒中に埋め込んだ構造となっている。これは電磁誘導波の持続時間と鉄筋から放射される弾性波の伝搬時間とを時間的に分離して測定するためである。

Fig. 2 に、測定装置の概要を示す。駆動用偏平な渦巻コイルは埋設されている鉄筋の真上のコンクリート表面に独立気泡入りのスポンジを敷き、その上に置いた。受波器のウレタン樹脂棒の先端はコンクリート表面にエポキシ系樹脂で接着し、シールドのために鉄板の筒をかがせた。なお、ウレタン樹脂棒中の音波伝搬時間は $118 \mu\text{sec}$ である。

Fig. 2 にあいて、回路のスイッチSを短絡することにより、コンデンサCに蓄えられた電気エネルギーを瞬時的に駆動コイルに加える。駆動コイルから発生した電磁波が鉄筋と相交すると、鉄筋と駆動コイルとの間に衝撃的電磁吸引力が発生する。したがって、鉄筋は瞬時的にコンクリートを変え、コンクリート中に弾性波を放射する。鉄筋から放射される弾性波をコンクリート表面上に接着した受波器で受信する。受波器の出力信号はオシロスコープで観測した。

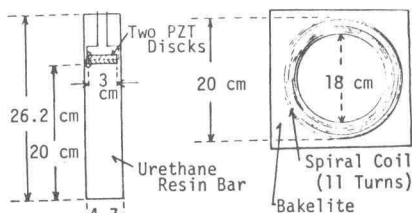


Fig. 1 Receiver and Driving Coil

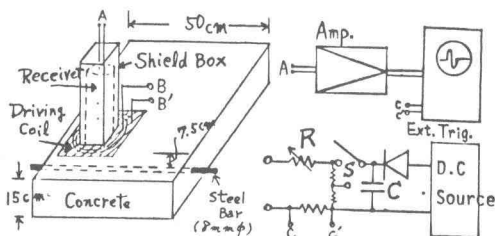


Fig. 2 Blockdiagram of Measuring Apparatus

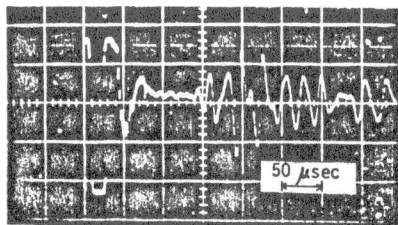


Fig. 3 Waveform of Received Output
Steel Bar : 7.5 cm Depth

Fig. 3に、駆動電流周波数が36kHzで鉄筋の深さが7.5cmの場合の受信電力波形の一例を示す。放電開始から136μsec 経て弾性波が観測される。そこで、ウレタン樹脂棒中の遅延時間(118μsec)を考慮に入れて、コンクリート中の波速度を求めた結果476 m/sec となり、この値はパルス正負波を用いた透過法で測定した波速度とよく一致し、1 ながら、衝撃的電磁駆動法によって、コンクリート中の鉄筋が駆動されていることが明らかとなった。

3. 鉄筋から放射される弾性波の特性

鉄筋からコンクリート中に放射される弾性波の特性を調べ、装置の設計条件を確立するために、新たにコンクリートを作った。Table 1 に普通ポルトランドセメントを用いて作ったコンクリートの配合条件を示す。

Fig. 4 に 測定試料としてのコンクリートの概要を示す。以下に示す測定は全てこの試料中で行なった。

3.1 駆動エネルギーと弾性波振幅

Fig. 5 に測定装置の概要を示す。駆動用コイル(外形15cm、内径9.9cmで直径3mmφ のホルマル線が8回巻いたもの)は9mmφの鉄筋の真下4.5cmの位置に独立気圧入のスポンジを介して置いた。受波器はFig. 1 に示したウレタン樹脂棒付を用い、この受波器を鉄筋の真上16cmの位置にアラルタイト(樹脂系接着剤)で接着した。そこで、駆動エネルギー($\frac{1}{2}CV^2$ 、C:コンデンサの容量、V:充電電圧)を1.25 joule から50 joule まで変化させて、受信電力の振幅値を測定した。

同様の測定を6mmφの鉄筋の場合についても行なった。これらの結果をFig. 6 にまとめて示した。

図より明らかなように、30 joule 以上の駆動エネルギーに対し受信電力振幅値は飽和している。この現象は鉄筋の磁気飽和のためと考えられる。また、太さ6mmφの鉄筋では9mmφの場合に比べて、受信振幅は約55% 程度であった。

3.2 駆動電流周波数と鉄筋から放射される弾性波周波数の関係

Fig. 5 に示した装置を用い、コンデンサ容量を1.2μF から0.4μF まで変えることにより、駆動電流周波数を21.9kHz から45.5kHz まで変化させ、測定した弾性波周波数とを対比し、両者の関係を実験的に求めた結果、鉄筋から放射される弾性波の周波数は駆動電流周波数の2倍になっていることが明らかとなった。

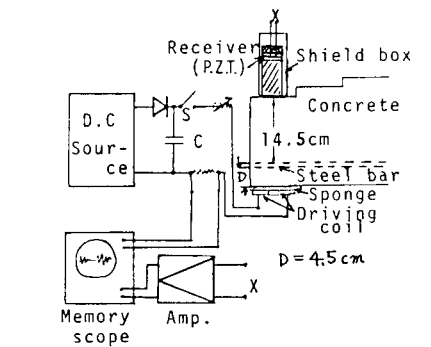


Fig. 5 Block diagram of Measuring apparatus

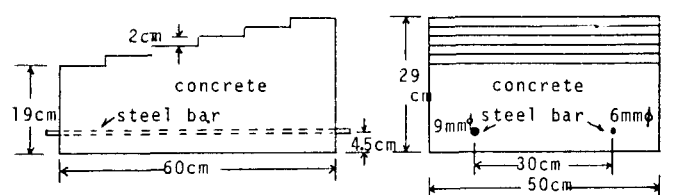


Fig.4 Sample of concrete block

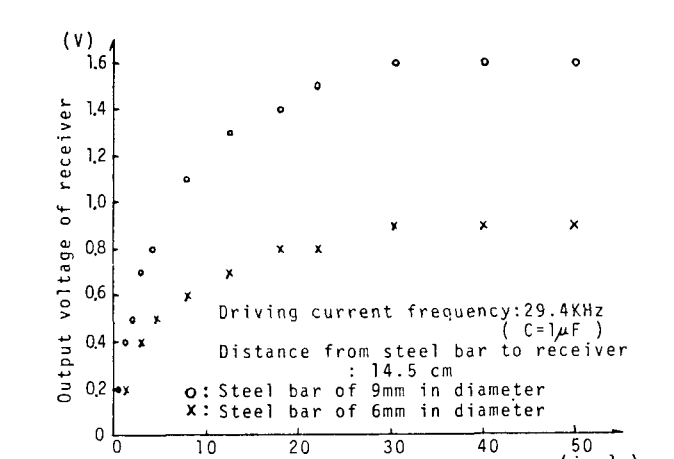


Fig.6 Impulsive driving energy ($\frac{1}{2}CV^2$) Relation between impulsive driving energy and output voltage of receiver