

# 1 4 鉄筋感知装置の開発および評価

宮野忠文, 問山清和, 筒本隆博, 笹口法之\*

Development of sensing system for reinforced bar in concrete while drilling

MIYANO Tadafumi, TOIYAMA Kiyokazu, TSUTSUMOTO Takahiro and SASAGUCHI Noriyuki\*

In the earthquake-proof reinforcing construction of a concrete structure, it is necessary to make a hole in the ferroconcrete. In the case, if a reinforcing bar is cut while drilling, the strength of the structure decreases. To prevent such an accident, the sensing system for a reinforced bar was developed.

The system was able to sense a contact of drill with the reinforcing bar by observing a rapid current change flowing through concrete by applying voltage between drill and earth lines. The system was examined cases of the earth resistances, 0Ω and 500Ω. As the results, the system was able to sense a contact with the bar in both cases.

キーワード : 鉄筋, 感知, 接地抵抗

## 1 緒 言

学校やビル, 道路などコンクリート構造物の耐震補強工事では補強用のアンカーなどを取り付けるため, コンクリートに穴を開ける必要がある。その際, 誤ってコンクリート中の鉄筋を切断してしまうと, 逆に構造物の強度を低下させることにもなりかねない。事前に鉄筋位置を非破壊で検査することもあるが, 相当の高額費用と時間を要する。

このような事故を防ぐために, 県内コンクリートドリルメーカーと共同で穴あけ作業中に鉄筋の接触を感知できる装置を開発し, その性能評価を行った。

と鉄筋の接触を感知できる。

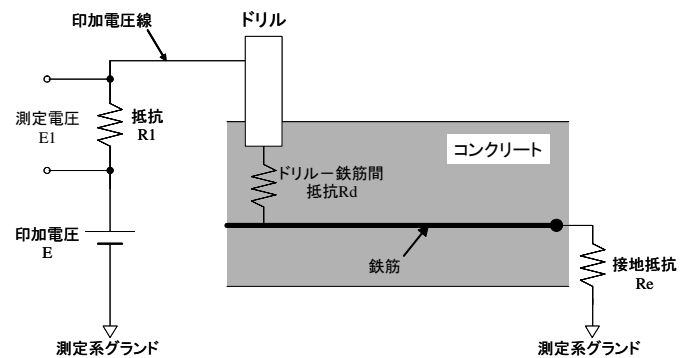


図 1 鉄筋感知原理図

## 2 鉄筋感知装置の作製

### 2.1 鉄筋感知の原理

図 1 において, 抵抗 R1 を介してドリルに電圧 E を印加する。図中の印加電圧線はドリル刃に直接接続するのではなく, ドリル刃と電気的に導通している管体に接続する。鉄筋は接地抵抗 Re を介して測定系グランド(コンセントのアース端子)に接続している。抵抗 R1 には, ドリル, ドリル-鉄筋間抵抗 Rd, 鉄筋, 接地抵抗 Re を通じて電流が流れる。

ドリルと鉄筋が接触していない時, ドリル-鉄筋間抵抗 Rd は比較的大きいので, 抵抗 R1 に流れる電流は小さく, 測定電圧 E1 は低くなる。ドリルと鉄筋が接触した瞬間, ドリル-鉄筋間抵抗 Rd は急激に小さくなるので, 抵抗 R1 に流れる電流は急激に大きくなり, 測定電圧 E1 は急激に高くなる。その測定電圧を監視すれば, ドリル

### 2.2 鉄筋感知装置の構成

鉄筋感知装置のシステム構成を図 2 に示す。鉄筋感知装置は, 電圧 E1 を測定する電圧測定部, 鉄筋感知判定を行う PIC マイコン, ドリルに印加する電圧を発生する電圧発生部, ドリルを制御するドリル制御部から構成される。

電圧測定部により測定された電圧 E1 は, PIC マイコンのアナログ入力端子 A/D から PIC マイコンに取り込まれる。PIC マイコンは取り込まれた電圧データから閾値を算出し, 測定電圧 E1 がその閾値を超えた場合, ドリルが鉄筋に接触したと判断する。鉄筋接触と判断した場合, PIC マイコンはドリル制御部にドリル OFF 信号を出しドリルを停止させる。感知装置には測定電圧, 閾値などを RS232C によりデータを送信する機能がある。開発, 評価した鉄筋感知装置を図 3 に示す。

\*株式会社シブヤ

を掘削し、ドリルが停止するかどうかを確認した。同時に鉄筋感知装置から送信される測定電圧および鉄筋感知を判定する閾値を測定電圧観測用ソフトウェア(後述)により測定した。試験に用いた機材を図6に示す。

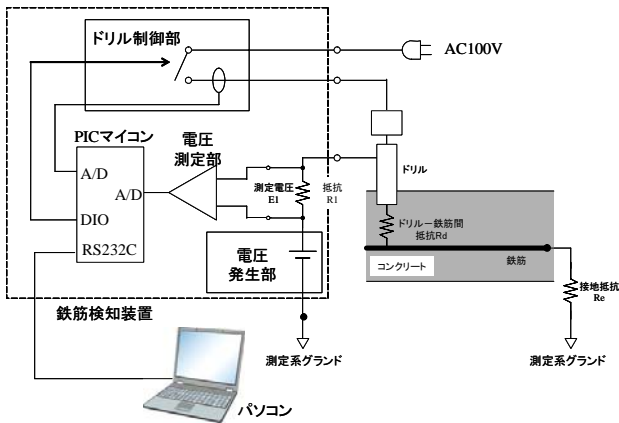


図2 鉄筋感知装置システム構成

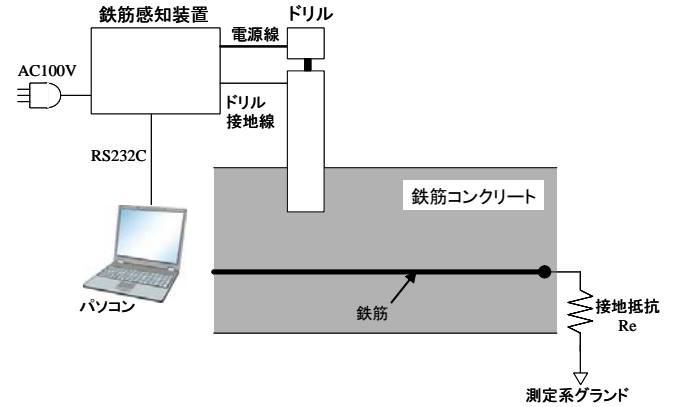


図4 鉄筋感知試験模式図



図3 鉄筋感知装置

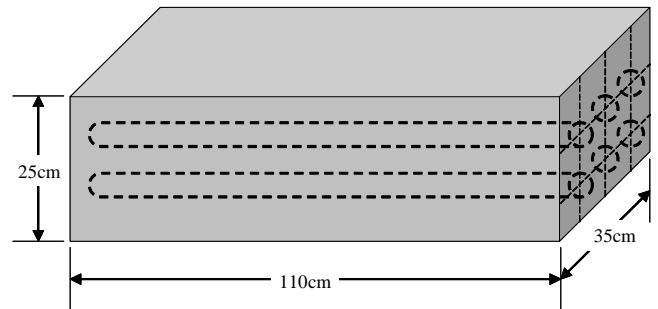


図5 試験に使用した鉄筋コンクリート

### 3 鉄筋感知試験

#### 3.1 試験方法

図4に鉄筋感知試験の模式図を示す。試験には図5に示す6本の鉄筋を埋設した鉄筋コンクリートを使用した。鉄筋は接地抵抗  $R_e$  を介して測定系グランドに接続している。使用したドリルは、水を流しながら掘削する湿式ドリルとした。

測定電圧  $E_1$  は鉄筋と測定系グランドとの接地抵抗に大きく影響を受け、ソフトウェアのアルゴリズムによっては鉄筋接触の判断を誤る恐れもある。鉄筋と測定系グランドとの接地抵抗は通常十分低いと考えられるが、電気工事施工に関する内線規程ではD種接地の接地抵抗は  $500\Omega$  以下(漏電遮断器を施設するとき)<sup>1)</sup>と規定されている。そこで、今回の評価では、接地抵抗を  $0\Omega$  と  $500\Omega$  の場合について鉄筋感知試験を行った。

ドリルが鉄筋に接触するまで図5の鉄筋コンクリート

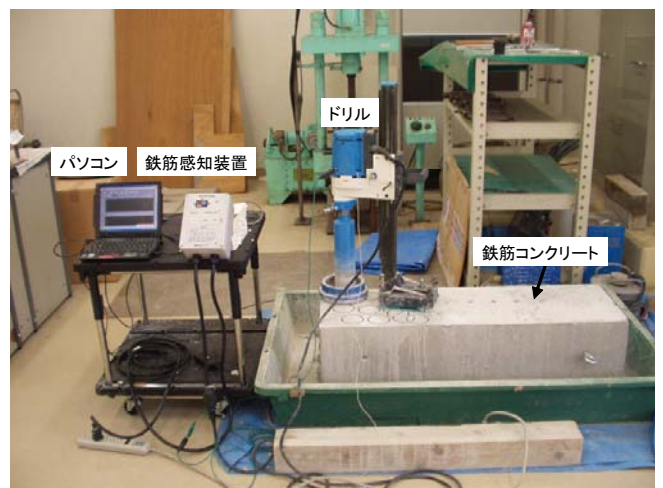
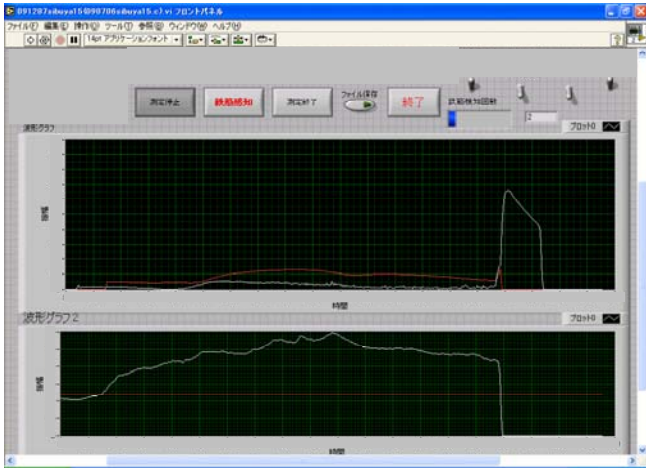


図6 試験に使用した機材

#### 3.2 測定電圧観測用ソフトウェア

鉄筋コンクリート試験片の穴あけ試験を実施するにあたり、鉄筋感知装置からRS232Cにより送信される電圧および鉄筋接触を判定する閾値を測定・表示するためのソフトウェアをLabVIEWで作成した。作成したソフトウ

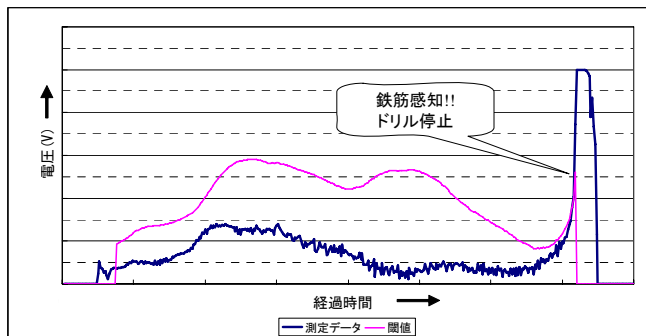
エアの画面を**図7**に示す。測定条件や信号処理条件の入力、測定の開始、終了の指示ができるようになっており、測定した電圧とその値から計算した閾値の変化を逐次グラフ表示し、保存できるようになっている。



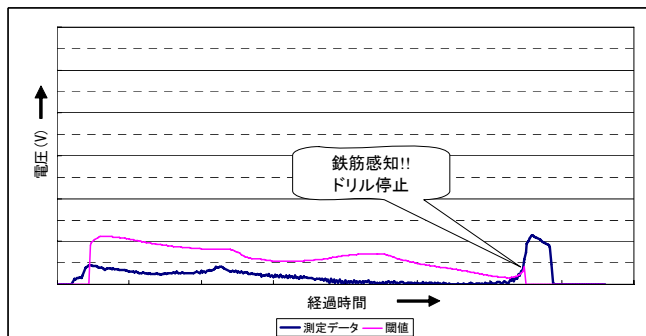
**図7** 測定電圧観測用ソフトウェア

#### 4 試験結果

試験結果を**図8**に示す。接地抵抗が  $0\Omega$  および、 $500\Omega$  の場合ともにドリルが鉄筋に接触したところで停止することを確認した。また、測定電圧および鉄筋感知閾値の観測により、測定電圧の急激な上昇により鉄筋を感知できることが確認できた。



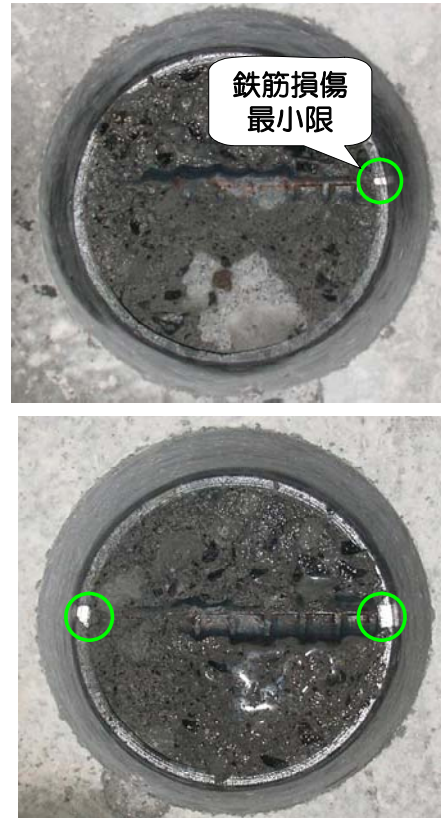
(a) 接地抵抗  $0\Omega$



(b) 接地抵抗  $500\Omega$

**図8** 鉄筋感知試験結果

本装置使用時と未使用時の鉄筋の損傷状況を示す写真を**図9**に示す。本装置により鉄筋の損傷が最小限になっていることがわかる。



**図9** 鉄筋への損傷比較 (丸部が鉄筋損傷部分)  
(上：鉄筋感知装置使用時 下：未使用時)

#### 4 結 言

鉄筋コンクリートを掘削しているドリルが鉄筋と接触する際のドリルと接地線との間の抵抗の変化を監視することによって鉄筋の接触を感知できる装置を広島県内のコンクリートドリルメーカーと開発し、鉄筋コンクリート試験片の穴あけ実験によりその動作を評価した。

鉄筋接触の判断に大きく影響すると考えられる鉄筋と測定系グランド間の接地抵抗を  $0\Omega$ 、 $500\Omega$  とした場合について試験を行った。その結果、どちらの接地抵抗の場合も鉄筋を感知し、電気工事施工に関する内線規程で規定されている接地条件で鉄筋が接地していれば、本装置により鉄筋を感知することが確認された。

なお、本技術については、(株)シズヤと特許を共同出願した。

#### 文 献

- 1) Panasonic: 電路システムカタログ 2008-2010, 272