

[1093] 改良型自記式鉄筋探査装置の性能について

正会員 田村 博 (日本建築総合試験所)  
 正会員 高橋利一 (日本建築総合試験所)  
 正会員 ○永山 勝 (日本建築総合試験所)

1. まえがき

コンクリート構造物の耐久性を確保する見地から、新設、既設を問わず鉄筋のかぶり厚さ状況を把握しておくことは重要である。しかしながら、従来市販されている鉄筋探査機については、その測定精度が充分には確認されておらず、また測定作業の能率が悪いという問題点があった。そこで、当試験所では、市販の電磁誘導式鉄筋探査機に改良を加え、上記の問題点を解決した。本報告は、改良後の鉄筋探査装置の基本的性能について実験した結果を述べるとともに、かぶり厚さの調査事例を紹介するものである。

2. 装置の特徴と改良点

一般に市販されている鉄筋探査機は、探索子(以下、プローブと呼ぶ)と金属反応度(以下、指示値と呼ぶ)を表示するアナログメーターから成り、プローブでコンクリート表面を探索し指示値が最大を示す箇所に鉄筋が位置し、その時の指示値から換算、または、目盛板を目読してかぶり厚さを推定するものである。本装置は、図-1に示すとおり、市販されている一機種にX-Yレコーダーを接続し、レコーダーのY軸へは探査機本体から指示値を入力、また、X軸(紙送り方向)へは、プローブにロータリーエンコーダーを取り付けプローブの移動量(走査距離)を入力し、探査結果をX-Yの波形で出力できるよう改良したものである。なお、本装置のプローブの鉄筋に対する反応形態を図-2に示す。本図は、 $\phi 13$ mm鉄筋をプローブに接近させて行き指示値で1および5を示す空間位置を数多く調べ、等指示線として結んだもので、鉄筋がプローブの長手方向に直交する場合および平行する場合それぞれの結果である。プローブの反応形態(磁界の形状・大きさ)は、以下に述べる実験結果に大きく関与し、探査機の性能を決定する最も大きな要因の1つである。

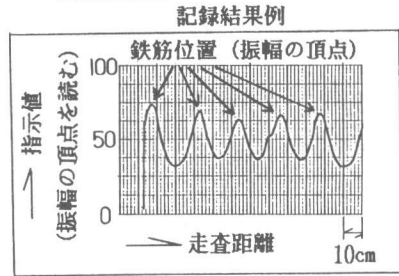
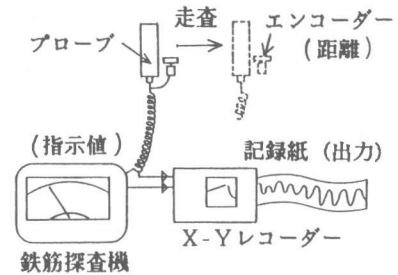


図-1 改良型自記式鉄筋探査装置のシステム

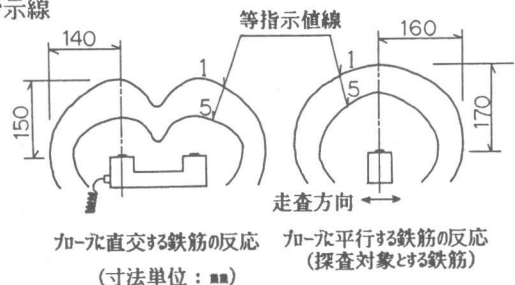


図-2 プローブの鉄筋に対する反応形態

3. 実験概要

本実験は、すべて空中に置かれた鉄筋に対してかぶり厚さに相当する空間距離をガラス板を用いて設定し、ガラス板上を探索する方法とした。下記に実験1~実験4の概要を示す。

- 実験 1. 鉄筋がコンクリート中に埋められている場合と空中に置かれている場合とで、探査結果に変化が見られるかどうかを調べた。
- 実験 2. 異形棒鋼 1本を探査対象とし、指示値とかぶり厚さの関係性を調べた。
- 実験 3. 鉄筋間隔とかぶり厚さの変化により探査結果上(X-Yグラフ)、鉄筋位置の判別が可能か否かの条件を調べた。また、鉄筋間隔とかぶり厚さの変化に伴う指示値への影響を調べた。
- 実験 4. 探査対象とする鉄筋(プローブの長手方向に平行する鉄筋)に他の鉄筋が交差する場合の指示値への影響を調べた。

#### 4. 実験内容と結果

##### 4.1 実験 1

鉄筋を含まないコンクリート塊(A)および $\phi 13$ mm鉄筋が同じかぶり厚さで空中に置かれた場合(B)とコンクリート中に埋められている場合(C)を連続探査し結果の比較を行った。その結果は、図-3に示すとおり、かぶり厚さが23mmおよび72mmいずれの場合も同じ波形と指示値が得られ、空中での実験がコンクリート中の鉄筋探査に適用できることが確認された。

##### 4.2 実験 2

異形棒鋼のD10, D19, D25およびD32mm、各1本を探査対象とし、かぶり厚さを5mm, 10~150mmまで10mm間隔で変化させ、それぞれ指示値を読み取った。その結果、図-4に示す関係が得られ、いずれの鉄筋もかぶり厚さが150mmまで探査可能であることが明らかとなった。

なお、探査機のアナログメーターは0~100までの等間隔目盛を目読するため、実際には指示値10程度以下では鉄筋位置の判別および指示値の目読が困難であるが、改良装置では、X-Yレコーダーの出力感度を実用上10倍まで増幅できるため、150mmまで探査可能となった。

##### 4.3 実験 3

D10, D25およびD32mmについて鉄筋間隔を10mm間隔に、かぶり厚さを10mm, 25~150mmまで25mm間隔で変化させ探査結果の波形(振幅)から鉄筋本数・位置が判別できる条件を調べた。この結果は、図-5に示すとおりで、同図から、かぶり厚さが100mm程度以下の場合に、かぶり厚さとはほぼ同じ距離以上、鉄筋のあき(隣接する鉄筋表面間距離)があれば、判別可能であることが判る。また、鉄筋位置の判別可能な条件下でかぶり厚さを推定する場合でも隣接する鉄筋の影響を受け、かぶり厚さが大きくなるほど、鉄筋間隔が狭くなるほど指示値が増大され、推定かぶり

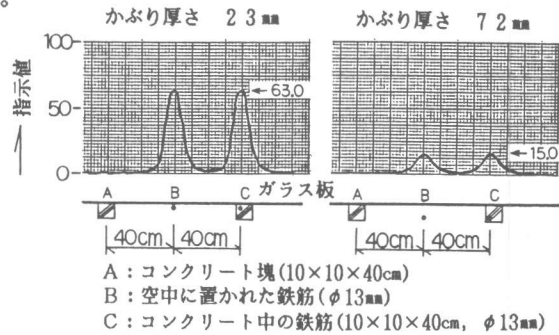


図-3 コンクリート中の鉄筋と空中に置かれた鉄筋との探査結果比較

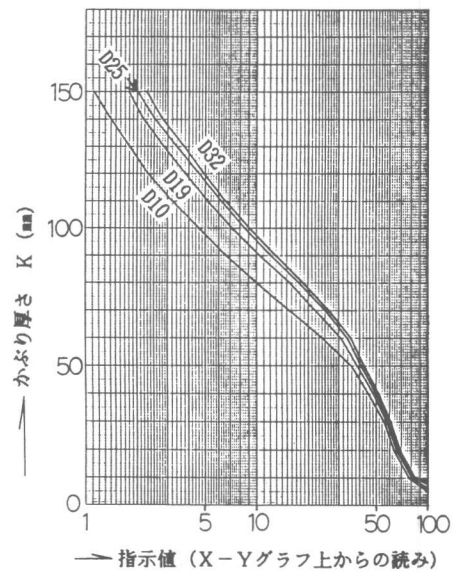


図-4 かぶり厚さと指示値の関係

厚さを小さく評価する傾向が見られた。図-6は、D25mmを対象とし前記の傾向を調べた結果である。鉄筋間隔とかぶり厚さの条件により、実際のかぶり厚さより最大で約10mm小さく推定されることが判った。なお、D25mm以外の径についても同様に、小さく推定される量は最大で約10mm程度であった。

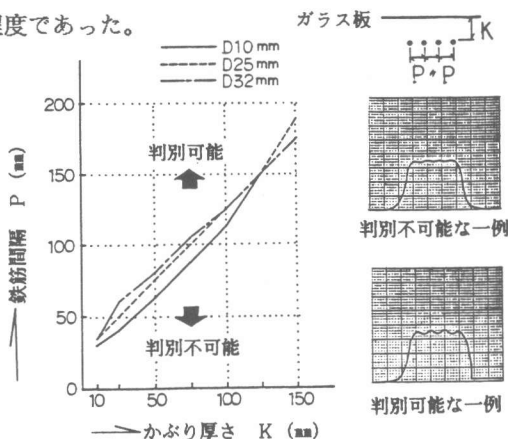


図-5 判別可能な鉄筋間隔とかぶり厚さの関係

#### 4.4 実験 4

D10, D13およびD16mmについて、図-7に示すとおり探査対象とする鉄筋と同径の鉄筋が交差する場合(対象鉄筋の上部で交差する場合と下部の場合の2通り)に指示値への影響を調べた。なお、プローブの鉄筋反応形態上、最も影響が小さい箇所(図-2参照)に交差鉄筋が位置するように探査した。この結果、実験に用いた比較的細径の鉄筋では、同径のものが交差することによる影響は見られなかった。また、探査対象鉄筋に対し太径の鉄筋が交差する場合(柱やはりの帯筋・あばら筋に対する主筋)、かぶり厚さが大きくなるにつれて影響が増大し推定に大きな誤差を与える(例えば、D10に対しD25が交差し、かぶり厚さ50mmの場合に推定値は約40mmとなった)。このような場合は、太径の鉄筋を探査対象とすることでより正確な推定ができることとなる(太径鉄筋に対し細径鉄筋が交差する場合の影響はなく、太径鉄筋の相互の隣接による影響を配慮することでよい)。

#### 5. 実験結果のまとめ

以上、実験の結果、改良型自記式鉄筋探査装置の性能について次のことが明らかとなった。

- 空中に置かれた鉄筋とコンクリート中に埋められた鉄筋とで探査結果に変化はなく、本実験で得られた結果は、コンクリート中の鉄筋探査に適用できる。
- D10~D32mmの鉄筋についてかぶり厚さ150mmまで探査可能である。
- 鉄筋が隣接する場合、かぶり厚さが100mm程度以下で、かぶり厚さとほぼ同じ距離以上、鉄筋のあきがあれば鉄筋位置の判別が可能である。また、隣接する鉄筋の影響も定量化でき、かぶり厚さの推定精度の向上が確認された。
- 鉄筋が交差する場合、D16mm程度以下の比較的細径の鉄筋では、同径が交差することによるかぶり厚さ推定に影響はない。なお、太径の鉄筋が交差する場合は、太径を探査対象とすることにより、かぶり厚さ推定精度を確保することができる。

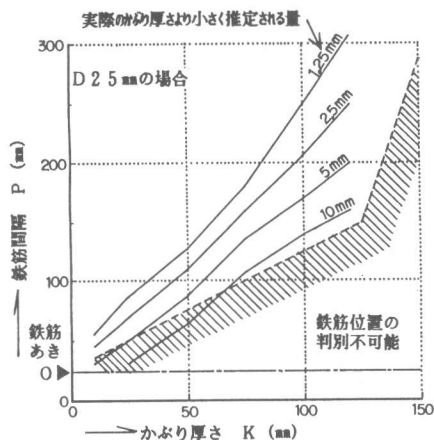


図-6 鉄筋間隔とかぶり厚さの条件による推定かぶり厚さへの影響 (D25)

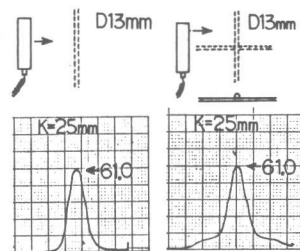


図-7 交差する鉄筋の探査結果例

## 6. かぶり厚さの調査事例

### 6.1 調査内容

昭和61年に改良型自記式鉄筋探査装置を用いて実施したかぶり厚さの調査事例である。建物は、鉄筋コンクリート造9階建、外壁面は打放しである。本調査は、外壁面の一部(中庭)に鉄筋の露出が散見され、建物全般にかぶり厚さが確保されていないとの懸念がもたれ、調査の実施に至った。調査位置は、図-8に示すとおり、外壁面のうち東面、南面の一部について1~9階まで、ならびに、中庭に面する外壁面の7~9階とし、それぞれの位置に足場を設置し、探査対象部材は主に壁とした。調査員2名、調査日数2日であった。

### 6.2 調査結果

調査結果を、図-9に示すとおり、かぶり厚さの分布状況を示すヒストグラムの形式にまとめた。本図より、鉄筋の露出が見られた中庭に面する外壁は、東面および南面外壁に比べ分布の広がりが大きく、かぶり厚さで0(露出)~115mmの範囲に及ぶ結果で、配筋のパラツキが伺えた。これに対し、東面および南面外壁は、かぶり厚さが25mmを下回るものは見られず標準偏差( $\sigma$ )においても12mmと良好であった(当試験所で実施した他の調査事例も含め、比較的良好な配筋精度の場合は $\sigma = 10 \sim 15 \text{mm}$ の範囲に入る例が多い、また工場製品等では $\sigma = 5 \text{mm}$ の例がある)。

図-9のヒストグラム中に黒塗りで示される分布は、壁筋のうち横筋のかぶり厚さを示すもので、縦筋に比べいづれもかぶり厚さの平均値が小さく(3~4mm)、本建物の壁筋の場合、横筋がコンクリート表面に近く位置することも確認された。

最後に本調査事例のように建物の比較的広範囲にわたり、測定点数が約2000点に達する調査を2日間で実施できたのは、探査結果をX-Yグラフで記録できるように改良した成果で、かぶり厚さの他、鉄筋間隔についても同時に測定され、調査現地での作業能率が著しく向上した。

### 7. あとがき

以上、実験結果および調査事例に示したとおり、改良型自記式鉄筋探査装置によれば、能率的に精度よく鉄筋位置、かぶり厚さの推定が可能である。図-10に示したものは、配筋精度の良い場合と悪い場合の本装置による探査の一例である。簡便にこのような調査結果が得られることから、新設建物の配筋検査、既設建物の補修調査等に際し、非常に有用な探査装置と考えている。

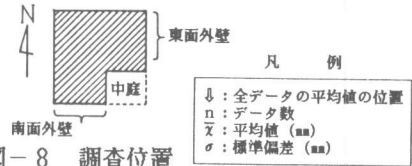


図-8 調査位置

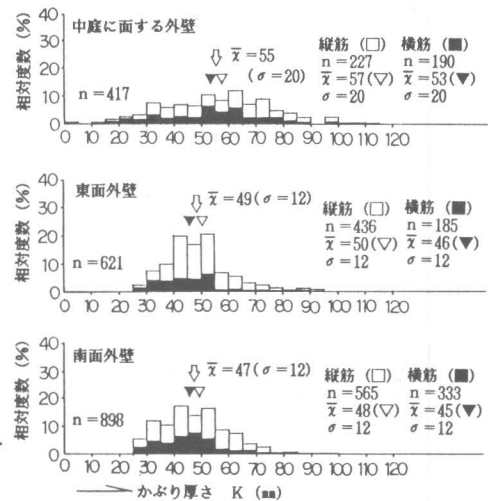


図-9 かぶり厚さの分布状況

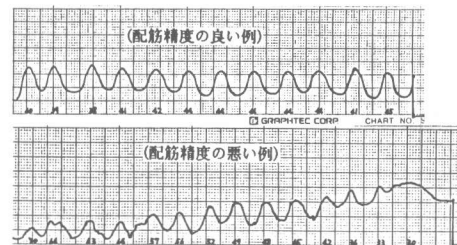


図-10 探査結果の一例

【参考文献】 (1) 田村, 高橋, 永山: 改良型自記式鉄筋探査装置の性能について, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.239-240, 1986.