

鉄筋探査計を利用した鋼繊維補強コンクリートの非破壊検査

Non-Destructive Testing of Steel Fiber Reinforced Concrete by Electromagnetic Technique

小林一輔*・魚本健人*・峰松敏和**

Kazusuke KOBAYASHI, Taketo UOMOTO and Toshikazu MINEMATSU

1. はし が き

鋼繊維補強コンクリートなどの繊維系複合材料がその特性を十分に発揮するためには、繊維がコンクリートマトリックス中に均一に分布することが必要条件となる。

鋼繊維補強コンクリートの場合、繊維の均一性が失われるケースとしては、コンクリートの配合あるいは繊維の形状寸法によって練り混ぜ時に鋼繊維がモルタル分と一緒にからみ合ってファイバボールを生じたり、打込み時に棒状バイブレーターを使用することにより局部的に鋼繊維の繊維密度が少なくなることなどがあげられ、いずれも鋼繊維補強コンクリートの品質の低下の原因となる。

したがって、鋼繊維補強コンクリートを用いて構造物を作ろうとする場合には、まず、これらの欠陥箇所を非破壊的に検出する方法を確立することが必要となる。

鋼繊維の分布状態を非破壊状態で調べる方法として実験的には、X線透過による方法などが考えられるが、実際に施工された構造物に対しては適用できない。

そこで、本研究では、コンクリート中における鋼繊維の分散状態を鉄筋探査計を利用して調べる方法を取りあげ、その実用の可能性について実験的に検討を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 測定用供試体

実験に用いた供試体の寸法は、図1に示すように厚さ45mmで、1つの供試体中に均一な部分と不均一な部分を設けた。繊維混入率は0, 1, 2% / volとし、不均一な部分には、人為的に作製したファイバボールを混入した。なお、一部には鉄筋も配置した。

使用した鋼繊維は、 $0.5 \times 0.5 \times 30$ mmのせん断繊維で鉄筋は $\phi 13$ mmの異形鉄筋を用いた。

2.2 鉄筋探査計

現在市販されている鉄筋探査計は、磁気を利用してコンクリート中の鉄筋等を調べる装置である。その原理は探査子から出される磁界が鋼材等の存在下で影響を受け、

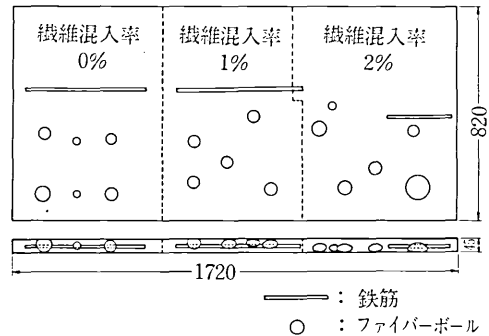


図1 供試体寸法(単位mm)

自己インダクタンス(L)が変化するため、この L を測定することにより鉄筋の位置等を調べようとするものである。その主な適用対象としては、コンクリート中の鉄筋の位置と方向の把握、コンクリートのかぶり厚の測定および鉄筋径の推定等がある。

2.3 測定方法

鉄筋探査計による測定は、大型探査子(かぶり厚測定範囲12cm)と小型探査子(かぶり厚測定範囲6cm)の2種類で行い、大型探査子の場合は供試体を10cm間隔メッシュで、また小型探査子の場合は5cm間隔メッシュで測定した。

これらの測定の結果、コンクリート中の鉄筋部分の測定値は増加したが、鋼繊維部分の測定値は減少した。

つまり、鉄筋探査計でコンクリート中の鉄筋を測定する場合自己インダクタンスは増加するが、鋼繊維を測定する場合には減少するという結果が得られた。この理由については現在検討中であるが、この減少率と実際の鋼繊維補強コンクリートの繊維混入率を比較すると良い対応を示した。

そこで今回の測定では、この自己インダクタンスの減少率を測定し、その値を測定値とした。

なお、この測定値は、繊維混入率0%の場合の減少率を0として相対的に評価したものである。

3. 実験結果と考察

3.1 鉄筋探査計による測定値の比較

鉄筋探査計による測定結果を、大型探査子と小型探査

* 東京大学生産技術研究所 第5部

** 日本大学大学院生産工学研究科

研究速報

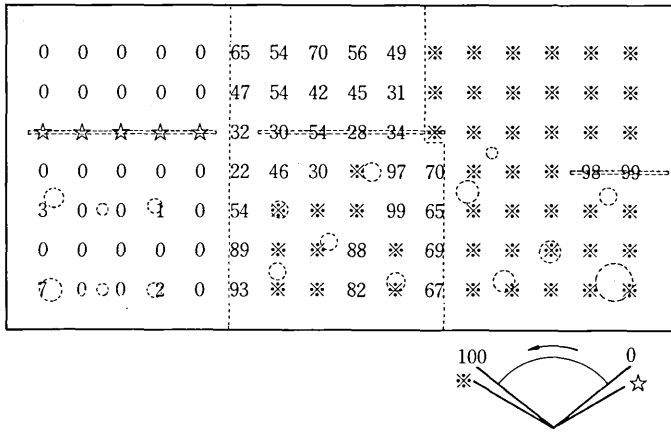


図 2-1 大型探査子の測定値

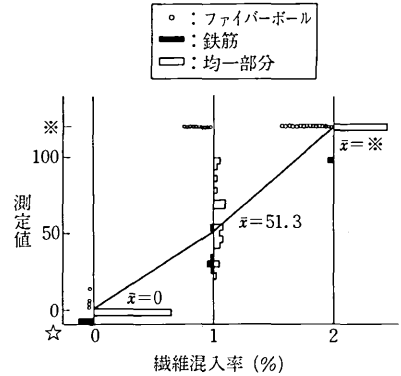


図 2-2 大型探査子の測定値の分布

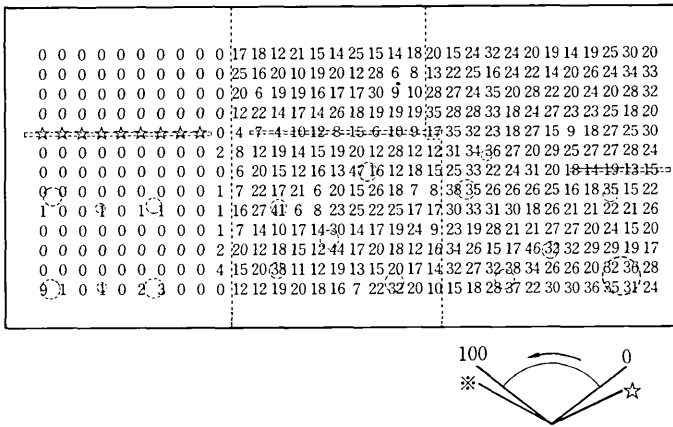


図 3-1 小型探査子の測定値

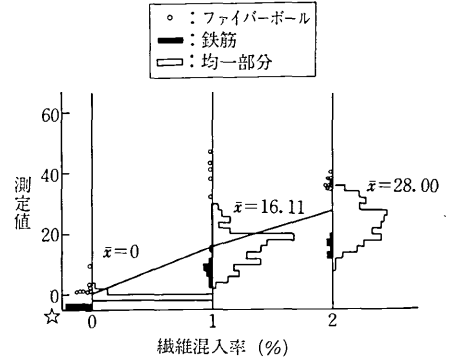


図 3-2 小型探査子の測定値の分布

子の場合に分け、図 2 と図 3 に示す。

図 2 より、大型探査子を用いた場合繊維混入率の差を明確に調べる事が可能であることがわかる。また、ファイバーボールの検知については、繊維混入率 0% と 1% の場合は容易に判断できるが、2% の場合は、今回の測定レンジでは検出できなかった。

鋼繊維補強コンクリート中に鉄筋を含む場合は 2.3 で述べたように測定値が相殺され、鋼繊維が均一に混入しているものより小さい測定値を示している。この性質を利用すれば鋼繊維補強コンクリート中の鉄筋の有無を判断することが可能である。ただし、ある一部だけ測定し判断を下すのではなく測定値全体から判断する必要がある。

次に、小型探査子を用いた場合には、図 3 に示すように、大型探査子の場合と同様な結果となるが、大型探査子の場合に比較してより詳細にその品質を把握できる。

たとえばファイバーボールの検出および位置の確認については、いずれの繊維混入率の場合も、大型探査子に

比へ適確に把握することが可能である。

しかし、繊維混入率 2% 中の場合、1% や 0% の場合ほど明確ではなく、ファイバーボール個所の測定値は均一な部分の測定値と近い値を示している。その理由としては、3.2 に示すように高さ方向の繊維分布の影響のためと考えられる。

また、繊維混入率についても後で行った X 線による検査結果と対応させると良い一致を示している。一方、図 3-2 に示されるように繊維混入率 1% と 2% の測定値が同じ値となる部分があるが、X 線検査による結果と比較すると繊維量と測定値は良い対応を示しており、これは鋼繊維補強コンクリート中における繊維量自体のパラッキと考えられる。

なお、鉄筋の場合については、大型探査子の場合と同様である。

3.2 測定値に及ぼす測定高さの影響

コンクリート厚が厚い場合にも、この鉄筋探査計が適用できるかどうかを調べるため、探査子と供試体の間隔

を変化させ測定値がどの程度影響を受けるかを調べた。測定は、繊維混入率2%で鋼繊維が均一に分布した供試体を用いて行ない、その結果を測定高さの影響については図4に示し、測定場所の影響については図5に示した。

図4より、測定値は測定高さが高くなるにつれて減少し、ほぼ高さに反比例している。また、供試体中央部で測定を行った場合、今回取り上げた探査計では、大型探査子の場合、ただだか50mm、小型探査子は25mm程度までしか判別できない。

また、図5より、中央部と端部の測定値の割合は、いずれの測定高さの場合でも一定で、大型の場合は0.3、小型の場合は0.6程度である。このため、供試体端部で測定を行う場合には、注意を要する。

以上のことから、鉄筋探査計による測定値は高さ方向の影響を強く受け、主に供試体表面近傍の繊維量によって左右され易い。

3.3 X線写真と探査計測定値の比較

作製した供試体の繊維分布と鉄筋探査計の対応をより明確に調べるため、供試体を図6に示すように切断し撮影を行ったものの中から、⑩、⑫、⑭、⑯、⑱の5切片について、小型探査子の測定値と比較したものを写真1～5に示す。

X線写真では、高さ方向に対する繊維の分布を把握することは不可能なため、前項で述べた高さ方向の影響を

加味することはできなかったが、X線写真における繊維の分布と測定値はかなり良く対応している。すなわち、X線写真にみられる繊維のパラツキが鉄筋探査計による測定値にかなり明確に反映されている。

しかしながら、繊維混入率2%の場合のファイバーボールのように、X線写真と測定値の対応が数値的に若干相違する部分もある。これは3.2で述べた高さ方向の影響を受けたものと思われる。

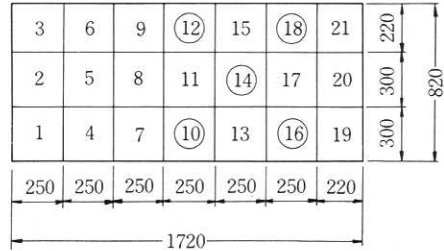


図6 供試体切片およびX線撮影切片 (寸法の単位: mm)

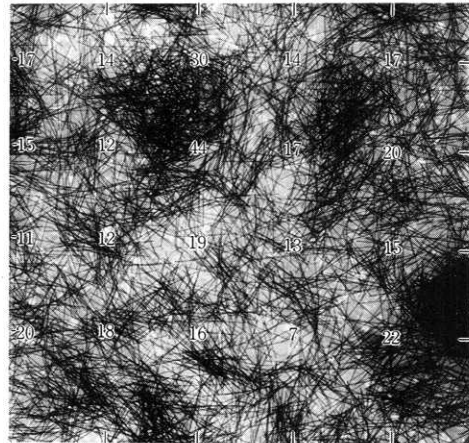


写真1 (供試体切片番号⑩)

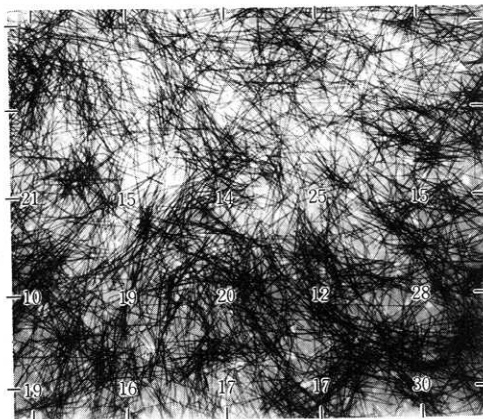


写真2 (供試体切片番号⑫)

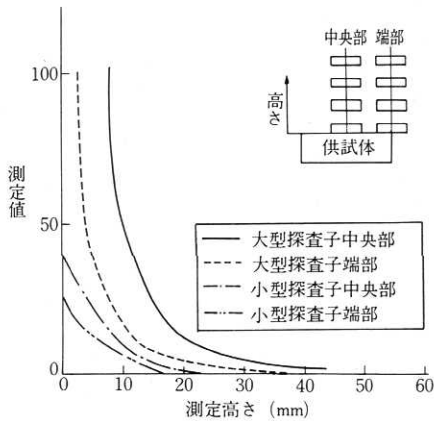


図4 測定値に対する測定高さの影響

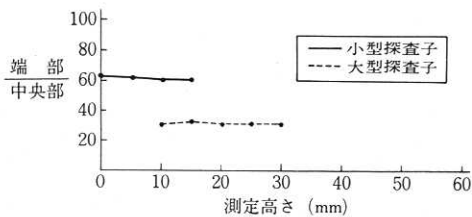


図5 供試体中央部の測定値に対する端部測定値の割合

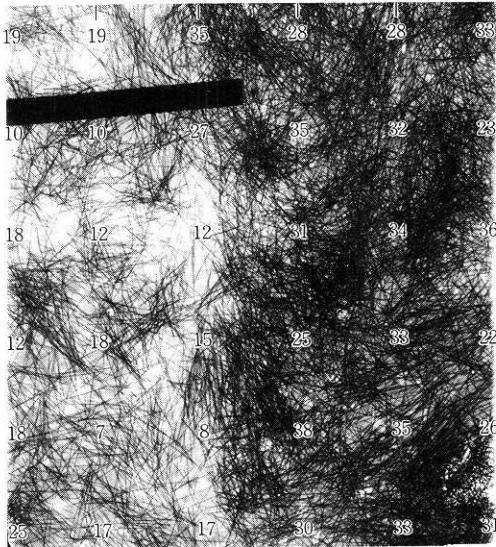


写真3 (供試体切片番号⑭)

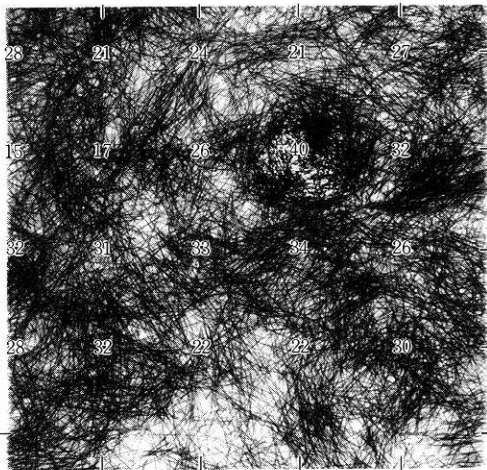


写真4 (供試体切片番号⑯)

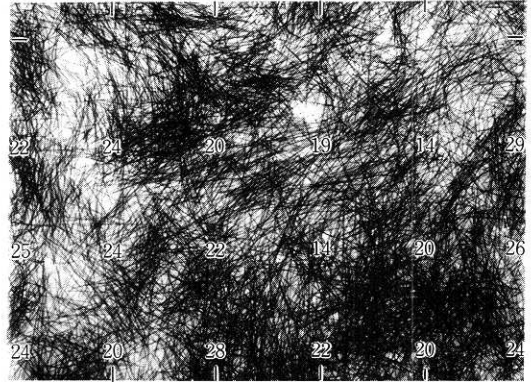


写真5 (供試体切片番号⑱)

4. まとめ

以上の実験および測定結果より、鉄筋探査計は鋼繊維補強コンクリート中の鋼繊維の分布状態を調べる目的に活用することが十分可能であり、鋼繊維補強コンクリートの品質管理の1手段であると考えられる。

また、3.2で調べた結果からもわかるように、鉄筋探査計では、探査子に近い繊維の影響ほど大きく表れるので、特に厚みの大きな部材の場合には、適確な値を示しているとは限らないという欠点がある。この欠点がある程度改良する方法として大型および小型探査子を組み合わせ使い、高さ方向の差を調べることも考えられるが、この点に関してはさらに検討を要する。

なお、今回使用した鉄筋探査計の場合、測定値は相対的な比較となるため標準試験片を準備して行う必要があると思われる。

最後に、本実験に際し鉄筋探査計を貸与して下さった富士物産(株)に対し深謝します。

(1978年10月9日受理)

