

東京大学生産技術研究所 正会員 魚 本 健 人
 同 上 正会員 小 林 一 輔
 同 上 正会員 西 村 次 男

1. は し が き

近年、鋼繊維補強コンクリートの使用量が増大し、実構造物への適用が増加するにつれ、その品質管理等の目的でコンクリート中の鋼繊維量を簡便に測定する方法に対する要望が高まっている。従来、鋼繊維量の測定方法として提案されているものには、洗い分析方法やX線写真による方法などがあるが、いずれも手回りがかかるばかりでなく、前者はフレッシュコンクリートの場合にしか適用することができず、後者は主に硬化コンクリートの場合にしか実際には適用できない。そこで本研究では、既に著者らが行った鉄筋探査計による検討結果¹⁾をふまえ、フレッシュコンクリートおよび硬化コンクリートのいずれの場合にも適用が可能で、また現場においても簡便に測定することのできる磁気を利用する方法を取り上げることとした。本文は、新たに試作した磁気探査装置の適用可能性について検討することを目的として、この装置の諸特性を明らかにすると同時に、鋼繊維量ならびに繊維の分散度の測定方法について検討した結果を報告するものである。

2. 磁気探査装置とその原理

磁気を利用してコンクリート中の鉄筋の位置や量を推定する方法としては、既に鉄筋探査計などがあるが、著者らの検討結果からも明らかなように¹⁾探査子からの距離が近い鋼繊維ほど測定値に及ぼす影響が大きい。しかし、この影響を完全に除くことは不可能であることから、測定対象物の形状寸法を限定し、なるべくその影響を減少させる方法を考案した。即ち、測定対象物を一般に用いられる圧縮強度用試体 ($\phi 10 \times 20 \text{ cm}$) や曲げ強度用試体 ($10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$) に限定し、フレッシュコンクリートの場合には内寸法が同じになるアクリル又は塩ビ製型枠に打設して測定することにした。

試作した磁気探査装置は図-1に示すような装置で、その原理は電磁誘導法を利用したものである。即ち、図-1に示すように測定対象物を円形または正方形の開口部を持つ探査子に挿入し、この探査子に組込まれた1次側コイルを励磁すると、鋼繊維によって2次側コイルに電流が誘導され、この誘導された電流を検出する。その出力は鋼繊維量の多いものほど大きくなるため、各断面における鋼繊維量を求めることができる。

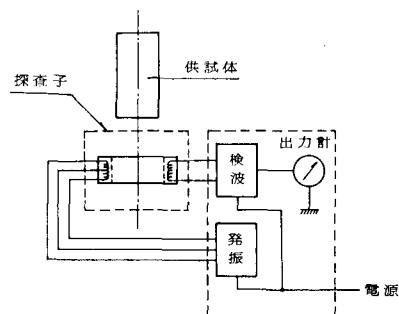


図-1 磁気探査装置回路系統図

3. 測定値に及ぼす各種要因の影響

磁気探査装置の原理からも明らかなように、この装置で測定を行う場合、種々の要因によって測定値は影響を受けるため各種要因の影響を明らかにすると同時にその対策を考えなければならぬ。

図-2は、 $\phi 4 \text{ mm}$ の丸棒を均等に配置した供試体を用いて各断面における測定値を示したものである。この図から明らかなように、供試体端面に近くなるほど測定値は小さくなり、端面から7.5cm以上の範囲ではほぼ一定の値となる。しかし、この供試体はいずれの断面であっても鋼材量は一定であることから、この測定値をそのまま

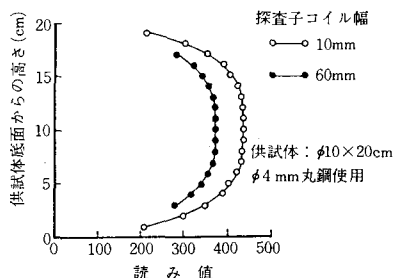


図-2 供試体端面からの距離と読み値

利用することはできない。そこで端面の影響を受ける範囲の測定値には補正係数を乗じることが必要となる。

図-3は供試体中の鋼繊維の傾きが測定値に及ぼす影響を示したものである。この図より明らかなように鋼繊維が測定断面に垂直な場合に最も大きな値が得られ、測定断面に平行になると“0”に近い値を示す。即ち、繊維の配向状態によって測定値は異なったものになることを意味している。しかし、一般にコンクリートの打設方法が一定で、使用する鋼繊維が同じ寸法であればほぼ一定の配向状態になることを考慮すると、測定供試体数が適切であれば実用上問題にならないものと考えられる。なお、断面内の繊維の分散に関する問題も、同様な方法で対応できると考えられる。

4. 鋼繊維量の測定精度と供試体本数

磁気探査装置の測定精度などの程度であるかを調べるため、鋼繊維量を最大2%まで変化させた場合の測定値を、示方配合の値と比較したものが図-4である。この図より明らかなように、3本の供試体の平均値を求めただけでも示方配合との相関係数は0.989である。なお、各配合におけるバラツキ、サンプリングや打設方法の問題を考慮すると、測定すべき供試体本数は少なくとも6本は必要であると判断される。

5. 鋼繊維の分散度の測定

図-4で求めた値は、円柱供試体を2cm間隔で測定した値を補正し平均したものであるにもかかわらず、かなり高い精度で測定できたことから、各断面での値も大きくは異なっていないものと推定される。また測定断面に対して繊維が垂直に近いほど大きな値を示すことを考慮して、繊維の分散度から曲げ強度試験用供試体の破壊位置の推定の可能性について検討を行った。

図-5は曲げモーメントを考慮した鋼繊維の分布を示した1例である。この図からも明らかなように鋼繊維量は供試体内部でかなり変動しているが、曲げ破壊位置は鋼繊維量の最も少ない箇所とほぼ一致している。そこで、曲げ試験前に供試体中の鋼繊維量を調べ、最も鋼繊維量の少ない断面の測定値と、曲げ試験(3等分点2点載荷)で実際に破壊もしくはひびわれの生じた断面の測定値との比較を行ったものが図-6である。

この図より明らかなように、曲げ試験における供試体の破壊位置は、磁気探査装置で求めた測定値が最も小さな箇所にほぼ一致している。即ち、磁気探査装置を用いれば各断面における鋼繊維の分散度を測定できるため、曲げ破壊位置の推定が可能である。

最後に、本研究で用いた磁気探査装置の試作にあたっては、丸東製作所の協力を得たことを付記する。

<参考文献> 1) 海松、小林、熊本：第34回土木学会年学(1979)

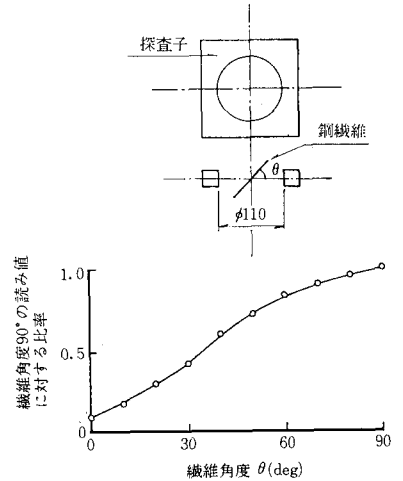


図-3 繊維角度が読み値に及ぼす影響

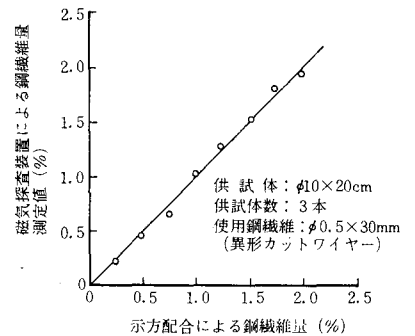


図-4 磁気探査装置の測定精度

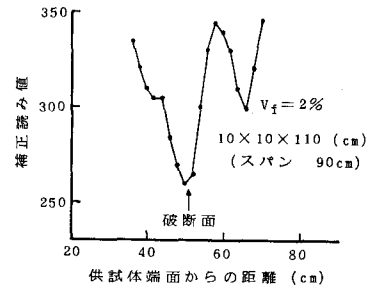


図-5 曲げ供試体の繊維分布と破断面

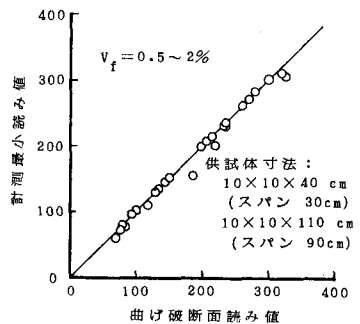


図-6 曲げ破断面の推定