

マスコン供試体の超音波伝播速度を反射法で求める場合の伝播長さについて

鳥取大学大学院農学研究科 学生会員 ○佐藤 周之
鳥取大学 農学部 服部 九二雄
鳥取大学 農学部 正会員 緒方 英彦

1. はじめに

コンクリートの非破壊強度試験法の一つに超音波法がある。測定器の取扱い易さ及び測定の簡便性から現場においてよく用いられる試験方法である。また、反撥硬度法と複合して使用し、推定強度の信頼性を向上させる研究が数多く行われている。この超音波法は受振子及び発振子の設置方式により、直接法、反射法、半直接法に分類することが出来る。これらは試験の目的、試験する対象物の形状、条件によって使い分けられている。特に、裏込め土があるコンクリート構造物やマスコンクリートにおいて、直接法での超音波伝播時間測定が困難な場合は主に反射法が用いられる。この反射法の超音波伝播距離は、一般的に発振子と受振子の測定間隔と部材厚の二等辺三角形とされている。しかし、反射法の場合、上記の伝播距離を用いると、直接法との整合性がとれない場合が多々ある。そこで、マスコンクリート供試体に反射法を適用した場合の超音波伝播距離について検討してみた。

2. 超音波法

超音波法とは、超音波パルス（本実験では50kHzのウルトラソニックテスターを使用）を発振子より発信し、受振子で受信する。そのときの超音波の伝播時間（ T ）と発・受振子間の距離（ L ）を用いて音速（ V ）（ $V=L/T$ ）を求める。このとき直接法と反射法における超音波の伝播経路としては、一般的に図1のような経路が考えられている。図1(a)の直接法（透過法、あるいは直接透過法）は超音波の指向性により物理的な伝播距離が明確である。そして測定精度の点で最も優れているため、出来ればこの方法が望ましいとされている。これに対して図1(b)の反射法（表面走査法）は、「音波の減衰が激しいなどの理由で推奨しがたい」とあるが不可能とはされていない（例えば日本建築学会, 1983）。

超音波法に関する既往の報告を見てみると、超音波伝播速度はコンクリートの様々な因子、例えば表面粗度、温度、鉄筋の有無、水分状態、応力履歴、そしてサイズ（長さや直径）によって影響される。また、同一のマスコンクリート中であっても、マッシュなコンクリート部材であれば、その部材位置によってブリーディングや締固め等の影響で超音波伝播速度も変わる（佐藤ら, 1999）。そこで、直接法と反射法を同一のコンクリート供試体に適用することで、超音波伝播距離や伝播経路を考察してみた。

3. マスコンクリートの概要

今回、対象としたマスコンクリート供試体は、図2に示すように高さ×長さ×奥行が70cm×60cm×40cmである。マスコンクリート供試体は木製型枠を用いて実験室内で作製し、7日後に脱型した。脱型後は実験室内で湿布養生を行った。脱型後、70cm×60cm（143点）及び70cm×40cm（91点）の面を用いて縦方向、横方向にそれぞれ5cm間隔で線を引き、その交点を測定点として直接法で超音波伝播速度を測定した。また同時に、70cm×60cmの面を用いて高さごとの超音波伝播時間を反射法で測定した。測定間隔は40cmである。両方法とも材齢7, 14, 28, 42, 56日に測定した。

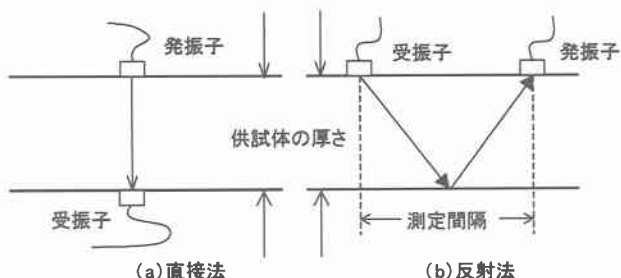


図1：超音波法における音速測定法

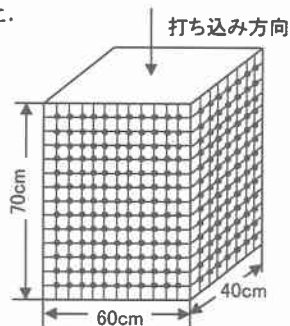


図2：超音波伝播速度の測定点

4. 結果と考察

超音波伝播速度の測定結果を図3に示す。図3(a)は直接法で測定した超音波伝播速度の変化を示している。この時の超音波伝播距離は大型ノギスを使用して実測した値を用いた。図3(b)は反射法で測定した超音波伝播時間と図1(b)に示した反射法の超音波伝播距離を用いて計算した超音波伝播速度を示している。両者を比較してみると、反射法で求めた超音波伝播速度が異常に大きいことが分かる。そして、反射法において超音波伝播距離を測定間隔40cmとした結果を図3(c)に示す。この図から、材齢7、14日の超音波伝播速度を見てみると、7日目の方が14日目のものより大きい値を示している。この原因としては、油膜による端子の密着が不十分であったことなどが考えられるが、原因を確定するには至らなかった。しかし、材齢28、42、56日における超音波伝播速度は、直接法で求めた超音波伝播速度にほぼ近似している。このことから、反射法の超音波伝播距離はコンクリートの表面部分の伝播距離とほぼ等しく、超音波は中心部分を通らないことが分かった。つまり、超音波に関係する縦波、横波、表面波のうち、直接法では縦波を最初に捉えるが、反射法では表面波を最初に捉えてしまうことになる。よって、反射法において図1(b)に示すような超音波伝播経路を示すことは不適切であるということになる。今回得られた結果は、既往の報告(魚本ら、1990)と同様であるが、本研究ではより具体的なデータから考察を加えることができた。

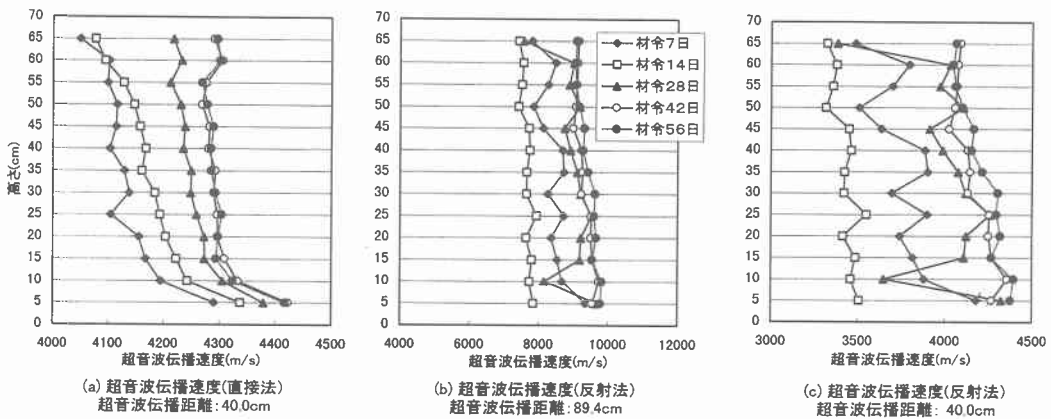


図3：超音波伝播速度の比較

結果として、反射法の適用範囲を考えると、コンクリート表面部のジャンカ、あるいはひび割れ等を検査する際には有効である。しかし、その他の強度等の推定にはやはり直接法の方がよい。

5. あとがき

現場において、コンクリート構造物の強度を非破壊的に検査するとき、現場の条件等に関係して直接法では測定が困難な場合がある。その際、安易に反射法を利用すると誤った品質評価を行う。従って、超音波法で調査を行う場合、計測したい場所、計測の目的に応じた適切な選定方法を事前に検討する必要がある。

謝辞：本実験を遂行する上で協力いただいた当研究室の西田喜一君の協力を感謝の意を表します。

引用文献

- 社団法人日本建築学会：コンクリート強度推定のための非破壊試験マニュアル，pp.28～41 (1983)
 佐藤周之，服部九二雄，緒方英彦，高田龍一：各種コンクリート供試体の強度発現と養生・締め効果
 —非破壊試験法によるコンクリート強度の推定—，農土論集，199，pp.83～92 (1999)
 魚本健人，加藤 潔，広野 進：コンクリート構造物の非破壊検査，森北出版，pp.27～42 (1990)