

超音波速度によるコンクリート測定強度について

日本道路公団 正員 ○本江裕之
岡部健治
正員 沢 彰男

1. まえがき

超音波の伝播速度によりコンクリートの品質を判定する研究は以前より数多くなされてきたが、実用に供する段階に至っていない。本報告は超音波の伝播速度を測定することにより圧縮強度および弾性係数を推定し、コンクリート構造物の品質管理に適用することを目的に2. 3の試験を行ったのでその結果を述べるものである。超音波の伝播速度により強度を推定する場合、伝播速度に影響する水セメント比、骨材量、空気量などの要因が明らかにされているが、その定量的相関関係は明確でない。そこで本試験は主として粗骨材の種類、粗骨材量および骨材最大寸法、セメントの種類等が超音波の伝播速度に与える影響について検討を行い、品質管理に超音波を利用する際の問題点について簡単に述べる。

2. 試験方法

振動子がバジルコン酸チタン酸鉛セラミックで周波数50 KHzの時間表示式(時間測定範囲0.1~1000 μs)の測定器を使用した。試験に用いた供試体はφ15×30 cm(モルタル試験の場合はφ5×10 cm)の円柱供試体で成形後所定の材料まで20℃で水中養生したものである。伝播速度測定の際は供試体を表乾状態としその両端面に薄くグリースをぬり付けたランジェーサーを圧着し対向法で測定した。

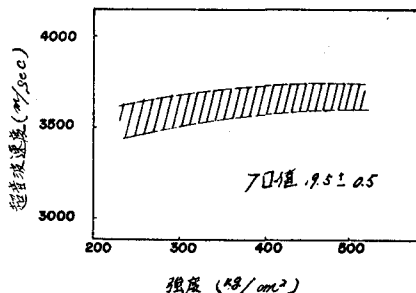


図-1 20℃の超音波の伝播速度

3. 試験結果と考察

図-1は東北地方の川砂9種、山砂3種についてフロー値19.5±0.5 cmでw/cもほぼ同一としたモルタル供試体(φ5×10 cm)の圧縮強度と超音波伝播速度の実測である。細骨材の相違により同一強度の場合でも伝播速度は0~200 sec程度の差が生じている。同一細骨材では圧縮強度と超音波伝播速度の関係はかなり直線性を有している。

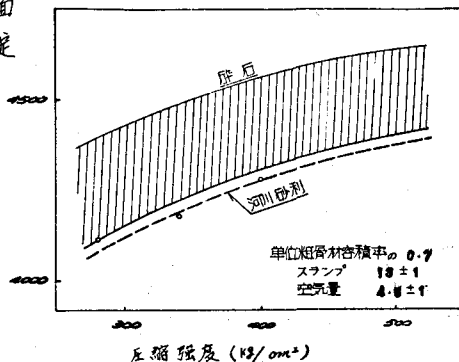


図-2 コンクリートの圧縮強度と伝播速度

表 - 1

図-2は細骨材(北上川下流産)を同一とし粗骨材に6種の碎石と河川砂利を用いたコンクリートの超音波伝播速度を測定した結果である。配合は単位粗骨材容積率を一定としSL=131±1 cm, air 4.5±1%としたもので、細骨材、粗骨材は表-1に示す物理的性質を有するものを使用した。粗骨材品質の相違により伝播速度は非常に広範囲に分布する。又品質の良い河川砂利を使ったコンクリートは点線で示すように同一圧縮強度でも伝播速度は小さい。これは骨材自体の伝播速

産別	採取位置	岩種	比重	吸水率%	スベリ量	安定性%	単位容積重量 (kg/m³)	FM
粗骨材	岩手県矢野町	安山岩	2.80	1.04	—	7.0	1697	
	岩手県米沢町	石灰岩	2.70	0.85	6.0	7.0	1686	
	岩手県上野原町	花崗岩	2.70	0.81	10.0	10.0	1677	
細骨材	一関市	砂 層	2.70	0.85	10.0	7.5	1679	
	宮城県白根町	砂 層	2.70	0.75	—	6.1	1635	6.64
	名取市	安山岩	2.80	1.20	10.0	2.00	1610	7.05
粗骨材	北上川(中流)		2.60	2.00	23.0	10.0	1630	7.40
	北上川(下流)		2.51	3.70	—	4.0	1581	2.44
	阿武隈川(下流)		2.50	2.00	—	2.5	—	2.40

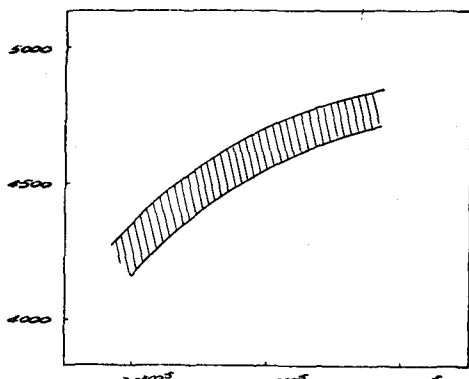
度の低下がコンクリートの伝播速度にも影響しているものと思われる。

図-3は上記作成の供試体の静弾性係数と超音波速度の関係である図-2に比較し、かなり良い相関関係が得られた。

図-4は単位粗骨材容積率(α)と超音波伝播速度および圧縮強度との関係を示したものである。これより単位粗骨材量や細骨材率が変化しても一般のコンクリート構造物に用いられる配合の範囲であればこれらが圧縮強度、伝播速度に及ぼす影響が小さいことが知られているが図-4においてもそのことが示されている。

図-5は東北自動車道建設工事において表-1に示す細骨材河武濃川産粗骨材高饒地区碎石を用いたコンクリート工の日常管理試験での測定結果である。貧配合のコンクリートでは粗骨材の最大寸法の相違(40mmと25mm)によりかなり大きい伝播速度の差違が見られた。これは40mmと25mm配合の相違によるところもあると思われるが、低強度では圧縮強度がモルタル強度に支配されるのに比べ、超音波伝播速度はやはり粗骨材の影響が大きく表われたものといえ、前述のことと多少矛盾した結果となっている。今後データを積み重ね明らかにしたい。

図-5の25mmの試験結果はすべての配合の測定結果をプロットしたものであるが、使用骨材が同一であれば比較的高い相関関係がえられている。図-6は同一骨材および同一配合での日常管理試験における測定分布状況を示



静弾性係数 (kg/cm^2)

図-3 コンクリートの静弾性係数と伝播速度

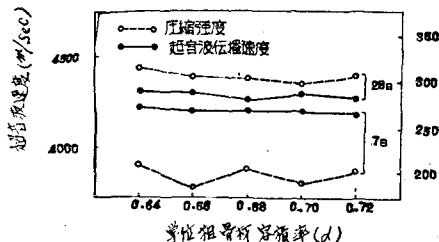


図-4 単位粗骨材容積率と超音波の伝播速度

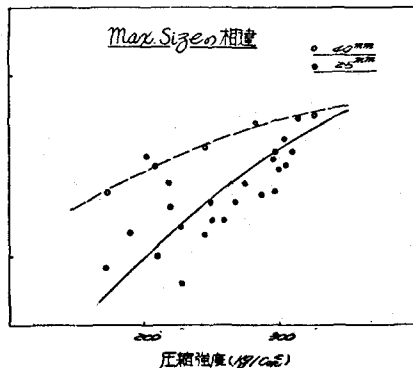


図-5

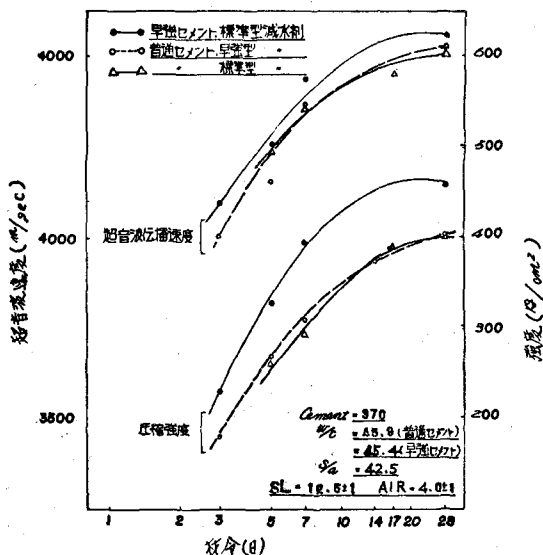


図-7

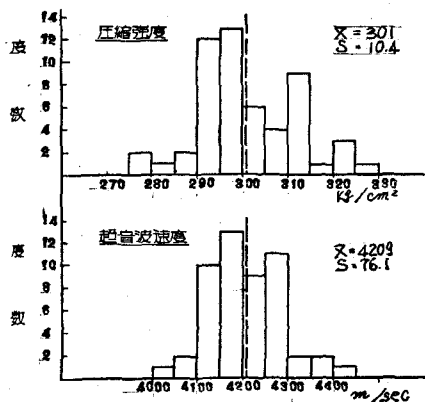


図-6

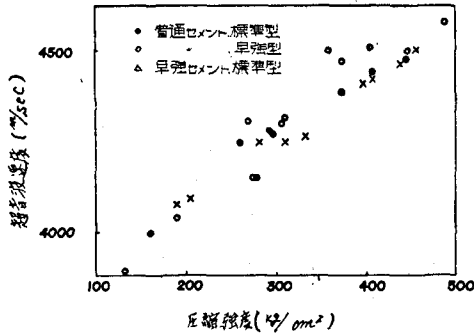


図 - 8

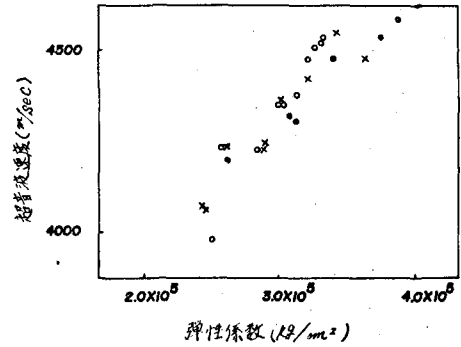


図 - 9

したものであるが、これによっても同一骨材でしかも同一の配合であつて図示してあるような圧縮強度の分布に対する伝播速度の分布状況の試験によりあらかじめ判明しておれば、超音波伝播速度を測定することによりかなり正確に強度分布を推定できるものと思われる。

図-7はPC用配合における測定結果で、養生日数による圧縮強度の変化を超音波速度でもかなりよくとらえている。

図-8はセメントの種類と混和剤の種類を組合せたとその圧縮強度と超音波伝播速度の関係である。これはセメントの種類および混和剤の種類が伝播速度にあまり影響しない結果を表わしている。

図-9は図-8と同一供試体の静弾性係数と超音波伝播速度の関係である。この場合も前述の結果と同様に高い相関が得られている。

以上の試験結果を通じ明らかにしたことを2.3まとめてみると、

- (1). 超音波の伝播速度は、セメント（普通ポルトランドと早強セメント）および混和剤（標準型と早強型）の相違、粗骨材容積率の変化（コンクリート構造物に用いられる配合範囲）によりあまり影響を受けない。
- (2). 超音波伝播速度で圧縮強度を推定する場合、骨材（特に粗骨材）の品質によるバラツキが非常に大きい。
- (3). 低強度では超音波伝播速度は粗骨材の最大寸法（骨材の品質）に影響され結果となったが、今後データを積みかさねて明らかにしたい。
- (4). 圧縮強度と超音波伝播速度の関係は骨材および配合の相違により非常にバラツキが大きいが、静弾性係数と超音波伝播速度の関係は骨材および配合の相違にかかわらず、かなり高い相関が得られた。

4. あとがき

超音波伝播速度を現場の品質管理に利用するためには骨材の変化による伝播速度の関係を十分把握した上でなければ非常に困難である。しかし弾性係数との相関がかなり明らかになり、又同一骨材であれば配合の相違にかかわらず伝播速度の測定により圧縮強度および養生日数による強度の変化はかなり正確に推定できるので、現段階ではPC桁等の成型時期およびプレストレス導入時期を定めたり応力測定時の強度および弾性係数管理の目安になると思われる。今後現場の構造物による試験を行う予定であるが、コンクリートの強度を精度よく推定し現場管理に利用するにはさらにデータを積み重ね検討を要するものと考えられる。