

超音波法によるコンクリートの施工評価について

NTT

正員 ○ 生田 友保

立命館大学理工学部 正員 尼崎 省二

1. はじめに 近年、アルカリ骨材反応あるいは塩害によるコンクリート構造物の早期劣化が社会問題となるとともに、コンクリート構造物の施工良否判定が大きくクローズアップされ、コンクリート打設後の施工評価方法に関心が持たれている。本研究は、コンクリート打設直後の施工良否判定への超音波法の適用性を検討するために、配合、締固め程度が超音波パルス伝播速度（以下、音速と略記）、透過超音波のエネルギー（以下、エネルギーと略記）に及ぼす影響を調べるとともに、プロクター貫入抵抗値との関係を調べ、スリップフォーム工法における型わく滑動時期の判定方法についても検討した。

2. 実験の概要 使用材料は普通ポルトランドセメント（比重 3.16）、野州川産川砂（比重 2.57、FM=2.36）、高槻産硬質砂岩砕岩（比重 2.67、FM=6.64、最大骨材寸法20 mm）とし、配合は水セメント比50、70%、スランプ3、8および15±1cmとした。締固め方法は締固めなし、棒突き（3層打ち込みで、各層7c㎡当り1回）、棒状内部振動機（20秒）の3種類とし、締固め程度を締固め直後の単位容積重量で評価した。型わくは内寸10x30x30cmの塩化ビニル製を使用した¹⁾。音速およびエネルギー測定システムの概略を図-1に示す。超音波パルスの放射は発振器に直流電圧1200 Vを充電し、放電時間を0.5μsとした。発・受振子は半波長共振周波数100kHzのジルコン・チタン酸鉛セラミック（PZT7、直径5cm）をステンレス製わくに入れたもので、

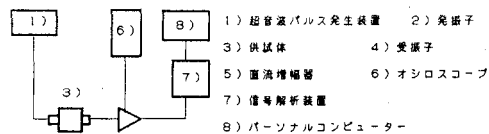


図-1 音速、透過超音波エネルギーの測定システム

共振周波数は42.3 kHzである。信号解析にはFFT方式による信号解析装置を使用し、DC~2kHz（周波数分解能16Hz）について解析した。音速測定は受振波観察方式を用い、貫入抵抗値の測定はASTM C 403-85に準じて行った。

3. 結果および考察 始発までの貫入抵抗値、エネルギーおよび音速の経時変化の一例を図-2に示す。貫入抵抗値は注水後4時間程度から測定が可能で、この時間までのコンクリートの物性評価は音速およびエネルギーの方が有効と考えられる。以下、本研究で得られた結果を要約する。

(1) 配合の影響：水セメント比あるいはスランプがエネルギーおよび音速に及ぼす影響をそれぞれ

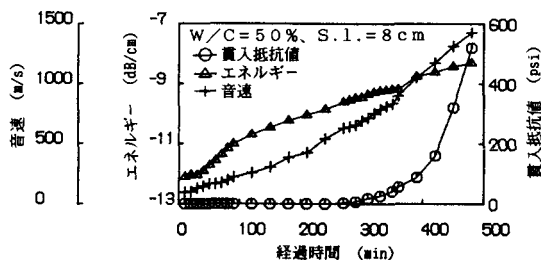


図-2 始発までの貫入抵抗値、エネルギーおよび音速の経時変化

図-3および図-4に示す。成型直後において水セメント比が大きく、スランプが小さくなるほどエネルギー、音速とも低くなっている。この原因は、フレッシュコンクリートがセメントペースト（液相）と骨材（固相）の二相材料からなると仮定すると、水セメント比が小さくなるほど、またスランプが大きくなるほどセメントペースト量が多くなるためと考えられる。これを確かめるためにセメントペーストを水に置き換え、空隙率がそれぞれ44%および51%の細骨材および粗骨材への注水によるエネルギーの変化を図-5に示す。粗骨材間空隙中へ水を充填すると、エネルギーは小さく、音速は速くなる。また音速およびエネルギーとも細骨材より粗骨材の方が大きい。これは骨材間空隙が完全に水で充填されていると仮定すると、空隙率が大きいほど、言い換えればセメントペースト量が多いほど音速、エネルギーとも大きくなり、水セメン

ト比およびスランプの影響による結果を裏付けていると考えられる。

(2) 締固めの影響について：図-6に締固め方法による音速およびエネルギーの変化を示す。締固めなし、棒突きおよび棒状内部振動機による単位容積重量はそれぞれ2.14、2.27および2.29 t/m³である。締固め直後のエネルギーおよび音速は単位容積重量が大きいほど小さくなっている。締固めによるエネルギーの低下はコンクリート中の空隙が減少するためと考えられる。すなわち、これは前述のように骨材間の空隙中に水を充填した場合のエネルギーが、骨材単味の場合よりも小さくなることから理解できる。なお、音速が単位容積重量（密度）の増大とともに低下しているのは、波動理論に基づくものであると考えられる。

(3) 型わくの滑動時期について：菊本らはスリップフォーム工

法による型わく滑動

は圧縮強度0.5kgf/c

m²で可能であるとし

ている²⁾。貫入抵抗

値は圧縮強度に等し

くないが、貫入抵抗

値8psiで型わくの滑

動が可能であると仮

定して、そのときの

音速、エネルギーを

図-7に示す。音速の

変化に比べエネルギ

ーはほぼ一定してお

り、エネルギーによ

り、型わく滑動時期の判定

が可能になると考えられる。

参考文献

1) 尼崎、生田：超音波法によるフレッシュコンクリートの物性評価に関する基礎的研究、関西支部年次学術講演概要、昭和63年、p.V-15

2) 菊本、安藤：滑動型わく工法における型わく滑動速度、セメント・コンクリート No.244、Jun.1967、pp.13~16

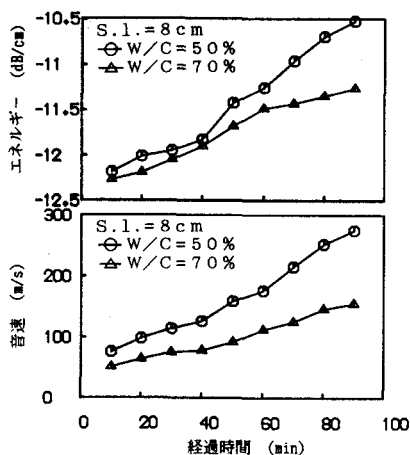


図-3 水セメント比によるエネルギーおよび音速に経時変化

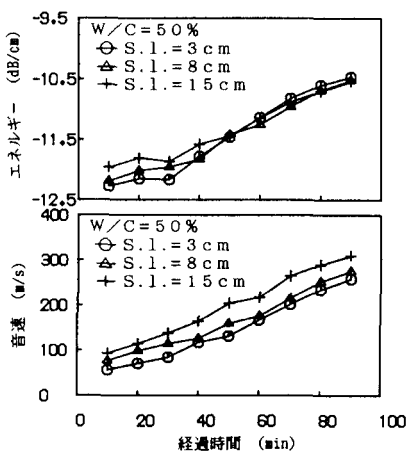


図-4 スラブによるエネルギーおよび音速の経時変化

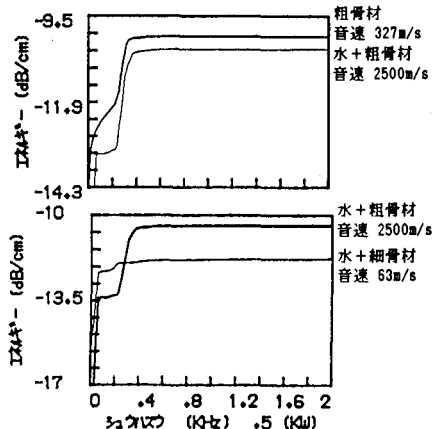


図-5 骨材によるエネルギーと周波数の関係

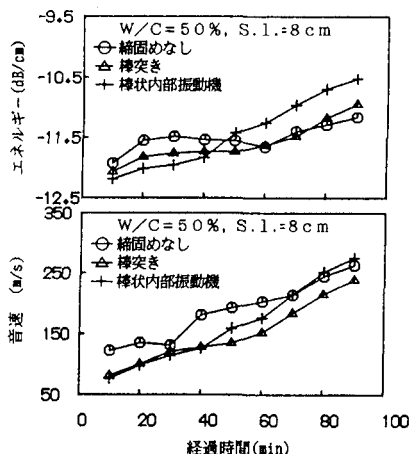


図-6 締固め方法によるエネルギー、音速の経時変化

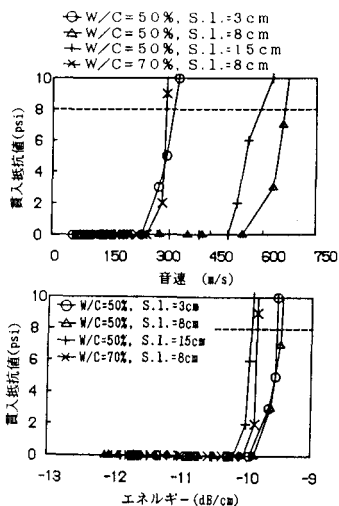


図-7 貫入抵抗値と音速、エネルギーの関係