

CS1-28〔I〕

## 非破壊評価に応用するコンクリートの減衰定数に関する研究

川田工業（株）正員 小笠原照夫  
 東設土木C 正員 安田基治  
 北見工業大学 正員 大島俊之  
 島田建設（株）正員 斎藤隆行

### 1. まえがき

コンクリート構造に対して超音波による非破壊検査を実施する際、入射された応力波動は材料の減衰性によって振幅および位相が変化し、速度減衰も生ずる。非破壊検査においては入射波が材料内部の劣化状況に応じて変化しながら伝播するので、これらの波動の変化状況を詳細に解析して、材料内部の状態を評価する必要がある。その際応力波動が材料の減衰性によってどのように変化するかをあらかじめ求めておくことが必用である。しかし材料の減衰機構は大変複雑で多くの因子が内部メカニズムとして連成している。従ってこれらの因子をそれぞれの問題に応じて卓越した挙動として抽出することが必要である。本研究ではこれらのうち、モルタル供試体中を伝播する応力波動に着目し、材料の減衰定数を対象として、いくつかの検討を行ったので報告する。

### 2. コンクリートの減衰機構とそのモデル化

構造材料の減衰のメカニズムについてはこれまで様々な研究成果があるが、種々の効果が複雑に絡み合って全体としての減衰を引き起こしており、これらの解明には今後非常に多くの研究を必要としている。減衰特性のモデル化の例としては次のようなものが上げられる。（1）クーロン減衰（2）線形減衰（3）非線形減衰（4）履歴減衰（5）複素減衰（6）レーリー減衰（7）内部摩擦減衰 これらのうち、コンクリートの非破壊評価に関して最も関係の深い内部摩擦減衰について若干考察する。実際の材料が変形するとき、ある内部メカニズムが働いてエネルギーの逸散が生ずる。いくつかのモデルがこのメカニズムとして提案されているが、例えばMaxwell流体やKelvin/Voigtモデルである。Caughey<sup>2)</sup>は弱いbilinear履歴を示す半無限棒中を伝播する波動の振幅と位相の変化は線形粘弾性棒の場合とまったく異なることを示している。Kolsky<sup>3)</sup>によれば内部摩擦による減衰効果の周波数依存性として最大値を有するような傾向にあることが示されている。即ち内部メカニズムに起因する減衰効果は低周波数および高周波数領域で小さくなり、中間に最大を示す領域がある。

### 3. コンクリートの減衰定数に関する実験

#### （1）実験概要

モルタル供試体に関する応力波動伝播に関する実験として 1) 材料の配合による違い、2) 波動モード

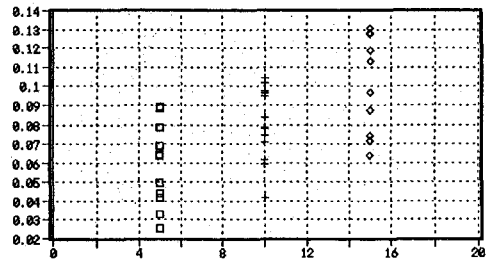


図1 w/cによる減衰定数の変化

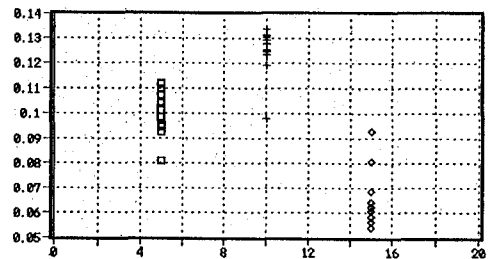


図2 w/cによる減衰定数の変化

の違いによる影響、3) 振幅依存性 などに着目して実験を行った。供試体の寸法は縦30cm、横70cm、厚さ3cmであり、モルタルの配合はw/cとして35% (Model O、図中□印)、50% (Model I、図中+印)、65% (Model P、図中◇印) の3種類を用いた。入射センサーは50kHzのものを用い、計測は高帯域用のセンサーを用いた。センサーの接触圧は特殊なセンサー取り付け治具にバネを内蔵させ一定とした。パルス入力 of 電圧レベルを変化させて入射応力波の振幅を変化させた。減衰定数hrは対数減衰率 $\delta$ を求めた後、 $\delta \sim 2\pi hr$ により計算している。

(2) 材料の配合および波動モードの違いによる変化

図1、図2には供試体O、I、Pに対する減衰定数の結果を示している。図1は入射点近傍の波形による結果を示しており、図2は入射点の対辺の波形による結果を示している。図1の結果は波形の性質上、表面波(せん断変形)が卓越しており、図2の結果はP波成分(体積歪変形)が卓越する場合である。これによれば 図1の結果は水セメント比の増加とともに減衰定数も増加しているのに対して、図2の結果は供試体Iで大きく異なる結果となっている。

(3) 振幅依存性

モルタル供試体のように砂成分がセメントにより結合されている粒状体構造においては、振動振幅が小さい場合には様々な影響が組み合わされる事が予想されるので、総合的な減衰定数における振幅依存性についてはかなり複雑な傾向が得られることとなる。図3、図4にはそれぞれ入射点近傍(測点1)およびその対辺(測点3)における波形から求めた減衰定数の振幅依存性の結果を示している。全体的傾向としては測点1における結果は振幅の増大とともに収束しながら減少傾向にあるのに対して、測点3の結果は収束しながら増加の傾向にある点特徴である。

4. あとがき

本研究ではコンクリートを対象として超音波による非破壊検査をする際に重要となる減衰定数に着目して、減衰特性のモデル化について検討し、さらに材料減衰に関連する応力波動の実験結果について述べた。既述のように減衰機構は大変複雑であるので、そのモデル化にあたっては個々の変形挙動に応じた適切なモデルを用いることが要求される。従って今後はこれらに対して何等かの指針が必要となるので、それらについて今後の研究課題としたい。

参考文献

- 1) 小笠原、大島、三上、斎藤: 非破壊評価に応用するコンクリートの材料減衰に関する研究、土木学会北海道支部論文集、第43号、1992.
- 2) T.K. Caughey: Forced Oscillations of a Semi-infinite Rod Exhibiting Weak Bilinear Hysteresis, J. Appl. Mechanics, 27, 100, 236, 1960
- 3) H. Kolsky: Stress Waves in Solids, Dover Pub., 1963.

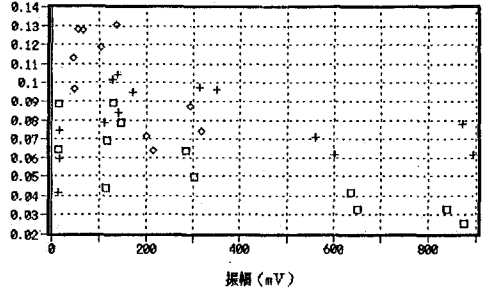


図3 振幅依存性

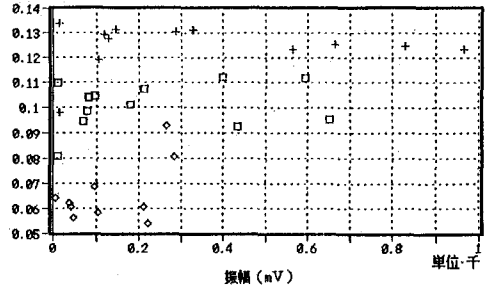


図4 振幅依存性