

V-218

超音波パルスによるコンクリート乾燥収縮ひびわれの評価

東京工業大学 正会員 鎌田敏郎
 東京工業大学 正会員 長滝重義
 東京工業大学 正会員 大即信明
 東京工業大学 学生員 岩波光保

1. はじめに

一般に、コンクリートにおいて発生する乾燥収縮ひびわれは、表面近傍に発生し、かつその幅は微小で発生規模あるいは分布も多様である。このため現時点では、目視が可能なひびわれを除いては適切な評価手法が確立されていない。そこで本研究では、乾燥収縮ひびわれの検出に超音波センサから発信したパルスをAEセンサにて受信するAE・超音波併用法を用いて、ひびわれの評価を行う手法の検討を行った。この手法の特徴は、従来の超音波法では測定の難しい表面近傍の弾性波の受信を、センサの応答感度および指向性、計測時の簡便性を考慮して、AE計測システムにより行うことである。

2. 実験概要

本実験においては、コンクリート表面に微小な乾燥収縮ひびわれを発生させるため、熱風による促進乾燥試験を行った。実験に用いた供試体は、 $20 \times 20 \times 120$ (cm) の鉄筋コンクリートはりであり、用いたコンクリートの配合は、 $W/C = 60$ (%)、 $s/a = 47$ (%) である。また、本実験における乾燥収縮ひびわれの評価は、超音波パルスの発信を超音波のセンサにより、受信をAEセンサによりそれぞれ行い、その受信振幅を測定することにより行った。このパルスの測定は、図-1に示すように40 cmの測定区間の一直線上に、測定点を5 cm刻みにとりAEセンサの位置を固定した状態で超音波センサを移動させて行った。また、促進乾燥は電気ファンヒータにより供試体底面に 78°C の熱風を24時間連続して当てることで行い、超音波パルスの発信および受信はそれぞれ乾燥開始直前および乾燥開始後3、12、24時間にて行った。この際、発信パルスの周波数は、30、150、300 kHzとし、この受信には、100～500 kHzに概ね平坦な周波数応答感度を持つAEセンサを用いた。なお、AEセンサのしきい値は40 dBとした。

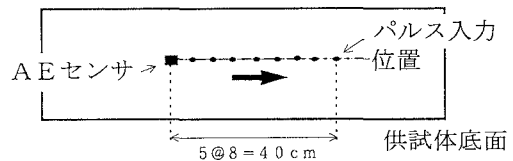


図-1 パルス測定の概要

また、本実験における乾燥収縮ひびわれの評価は、超音波パルスの発信を超音波のセンサにより、受信をAEセンサによりそれぞれ行い、その受信振幅を測定することにより行った。このパルスの測定は、図-1に示すように40 cmの測定区間の一直線上に、測定点を5 cm刻みにとりAEセンサの位置を固定した状態で超音波センサを移動させて行った。また、促進乾燥は電気ファンヒータにより供試体底面に 78°C の熱風を24時間連続して当てることで行い、超音波パルスの発信および受信はそれぞれ乾燥開始直前および乾燥開始後3、12、24時間にて行った。この際、発信パルスの周波数は、30、150、300 kHzとし、この受信には、100～500 kHzに概ね平坦な周波数応答感度を持つAEセンサを用いた。なお、AEセンサのしきい値は40 dBとした。

3. 実験結果および考察

図-2～図-4に、超音波パルスの周波数別に振幅値とセンサ間距離の関係を示す。これらによればい

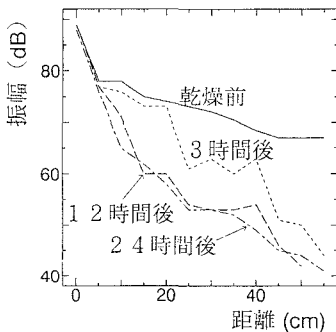


図-3 受信振幅値 (150kHz)

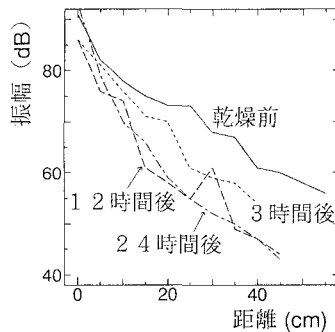


図-4 受信振幅値 (300kHz)

れの周波数のパルスにおいても、振幅の距離減衰の傾向は、センサ間隔5 cm以上においてはほぼ一定であり、乾燥前のコンクリート表面はほぼ均質なものと考えることができる。また乾燥前と比較して乾燥開始後において振幅の減少が大きくなっており、この傾向は乾燥後3時間までが著しくなっている。これは、促進乾燥により生じた表層部のひびわれの影響によるものと考えられる。またこのひびわれは乾燥開始後の初期に多く発生したことを示すものと思われる。また乾燥後24時間経過したものでは、周波数300 kHzの場合、距離が30 cmを越えると振幅が40 dB以下となり、ノイズと区別が困難なため計測不可能であった。次にこれらの図により、各乾燥時間における振幅の乾燥開始直前の振幅との変化量を求め、センサ間距離との関係を検討した。その結果を図-5に示す。乾燥時間の経過に伴い振幅の変化量も増加しているが、30、150 kHzのパルスでは12時間以降はほとんど変化がみられない。これに対して300 kHzのパルスでは、振幅の変化は明確に現れている。これにより乾燥時間の増加に伴うひびわれの発生を評価する場合、ある程度以上の周波数のパルス波を用いることが必要であると思われる。ただしこの場合、距離減衰の増加により評価可能範囲は限定されることになり、本実験の範囲内においては300 kHzのパルスを用いてセンサ間隔を30 cmとまでとするのが適当と考えられる。次に図-6に、促進乾燥を受けたコンクリート表面における超音波およびAEそれぞれのセンサの設置位置と目視により確認できるひびわれ位置の関係を乾燥時間ごとに示す。300 kHzのパルスを用いた場合は図-4から、3時間経過後で10-15 cm区間に、また12時間経過後で0-10 cmおよび10-15 cm区間に、さらに24時間経過後で0-10 cmおよび20-25 cm区間に明らかな振幅の減少が見られる。これらの区間は、図-6の目視によって確認されたひびわれの位置とも良好な対応を示している。このように振幅の変化量とひびわれの発生領域は良い対応を示し、振幅の変化量により乾燥収縮ひびわれの発生領域が推定できるものと考えられる。

4. まとめ

- 1) 計測時点における振幅の乾燥開始直前の振幅との変化量により、乾燥収縮ひびわれ時期の発生時期の評価が可能である。またこの場合、用いる超音波パルスの周波数は、測定区間において伝播可能な範囲でより高い方が望ましいと考えられる。
- 2) 超音波センサおよびAEセンサ間の距離と受信振幅の変化量との関係から、乾燥収縮ひびわれの発生領域の推定が可能である。

[謝辞] 本研究を実施するにあたり、東京工業大学大学院 川島正史君の協力を得た。ここに、感謝の意を表します。

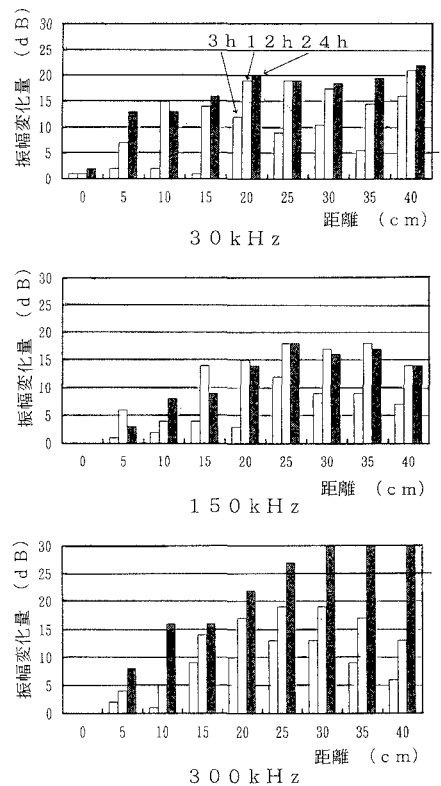


図-5 振幅変化量の分布

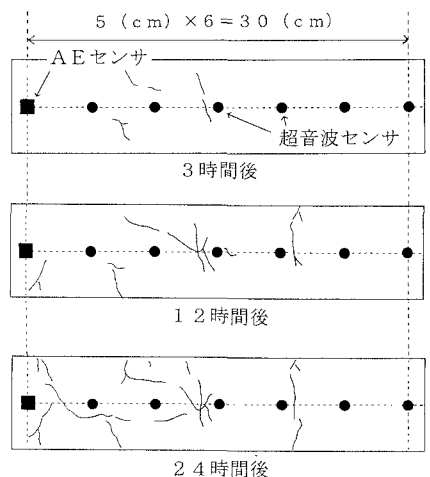


図-6 ひびわれの観察結果