

超音波波形エネルギーに着目したコンクリートひび割れ注入材の充填度評価手法

岐阜大学 学生会員 ○山口佳祐 内田慎哉 非会員 坂 宗樹
岐阜大学 正会員 鎌田敏郎 六郷恵哲

1. はじめに

ひび割れの補修工法の一つに、ひび割れ注入工法がある。この工法を用いて注入材をひび割れに充填した場合、注入材がどこまで充填されているかを確認する方法がない¹⁾のが現状である。そのため、注入材充填度を把握する手法の確立が求められている。このような背景に対して著者らは、貫通ひび割れを模擬したコンクリート供試体を用いて、注入材の充填度を超音波法から評価する基礎研究を行っている²⁾。その結果、受振波の波形エネルギーは、ひび割れ注入材の充填度が大きくなるに従って増加することがわかった。さらに、評価可能となる充填深さの範囲をより大きくするためには、発振から受振センサまでの距離を、可能な範囲内で大きくするのがよいことが明らかとなった。しかしながら、ひび割れ注入工法が対象とするひび割れは、その多くが表層ひび割れである。そのため、表層ひび割れにおける超音波波形エネルギーの適用性および有効性について確認する必要がある。

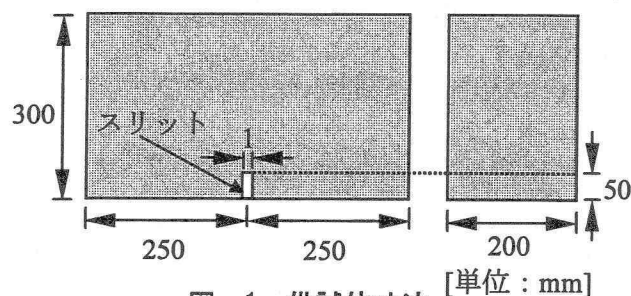


図-1 供試体寸法 [単位: mm]

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	W (kg)	C (kg)	S (kg)	G (kg)	混和剤 (kg)
50	45.6	182	364	829	1012	1.09

そこで本研究では、表層ひび割れを対象に、超音波の波形エネルギーに着目したひび割れ注入材の充填程度の評価手法に関する検討を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体

図-1に示すような縦300×横200×長さ500mmのコンクリート供試体に、長さ方向中央部にスリットを入れ、表層ひび割れを模擬したコンクリート供試体（以降、ひび割れ供試体とする）を作製した。スリットは幅1mm、深さ50mmである。また、健全部との比較のため、ひび割れ供試体と同じ寸法で、スリットが入っていないコンクリート供試体（以降、健全供試体とする）も作製した。表-1にコンクリートの配合を示す。

2.2 注入材および注入方法

注入材には、エポキシ樹脂を使用した。ひび割れ注入材を注入するため、以下に示す方法により、スリット部をふさぐこととした。まず、ひび割れ供試体下面のスリット部は、シール材を用いてシールした。片側側面のスリット部（写真-1参照）は、注入材の充填度を確認するためのアクリル板を貼り付けた。さらに、反対側側面のスリット部には、注入材の注入口を設置した（写真-2参照）。注入口から注入材を流し込むことにより、スリット部に注入材を充填させた。注入材充填度は、0、50および100%と変化させ、各充填度ごとに、次節に示す方法により超音波計測を行った。なお、本研究で用いた充填度とは、スリット部におけるひび割れ注入材が占める体積の割合である。

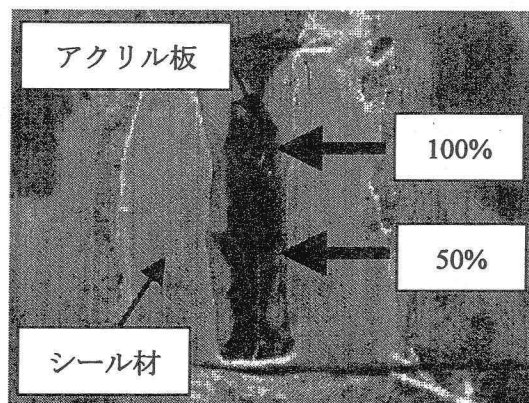


写真-1 充填深さ確認側

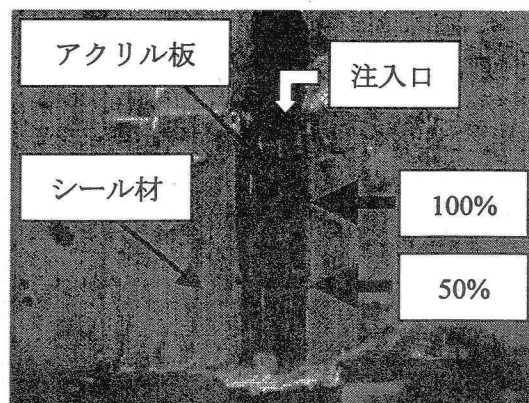


写真-2 注入材注入口

2. 3 超音波計測

図-2に超音波計測概要を示す。超音波計測は、電気信号発生器によって発生させたパルス波を、発振側 AE センサから供試体中に発振し、受振側 AE センサで受振することにより実施した。AE センサで受振した弾性波は、AE 計測装置で受振波形として記録した。AE センサは 140kHz 共振型センサを用いた。センサ間隔 a (図-2 参照) は、100mm, 200mm および 300mm とした。

本研究では、AE 計測装置においてデジタル化されている受振波形から、波形エネルギーを求めた。なお、波形エネルギーは、受振波形における各振幅値をそれぞれ二乗した後、それらを総和することにより算出した。

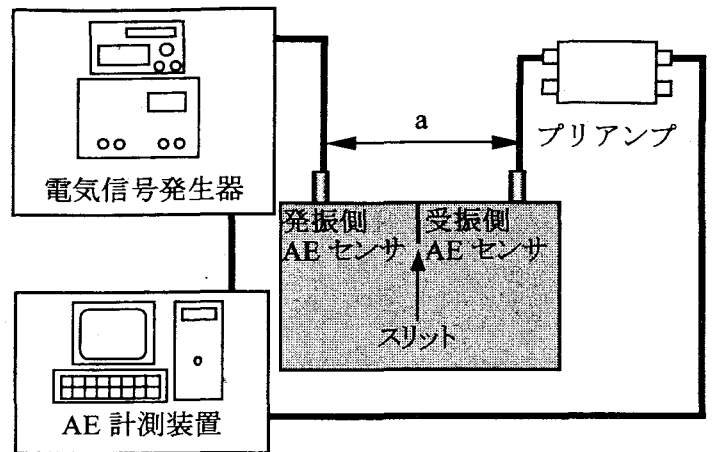


図-2 超音波計測概要

3. 実験結果と考察

図-3に各センサ間隔における注入材充填度と波形エネルギー比との関係を示す。図に示す波形エネルギー比とは、健全供試体で得られる波形エネルギーに対する比率として定義した。これによれば、いずれのセンサ間隔においても、注入材の充填度が大きくなることにより、波形エネルギー比が増加することがわかる。これは、充填度が増すにつれて、超音波が注入材を介して透過する領域が増えたためであると考えられる。

また、センサ間隔に着目すると、センサ間隔 300mm の場合は、その他のセンサ間隔と比較して、充填度が大きくなる従い波形エネルギー比の増分がより大きくなっていることがわかる。これは、センサ間隔を大きく設定することにより、コンクリート表面から深さ方向への超音波の透過領域が広がったためと考察できる³⁾。さらに、このような傾向は、著者らが行った貫通ひび割れを模擬したモデルでの実験結果²⁾とも一致している。

以上のことから、超音波波形エネルギー比は、表層ひび割れにおける注入材の充填度評価においても有効であることが明らかになった。

4. まとめ

- (1) 本研究で提案した超音波波形エネルギー比は、表層ひび割れにおけるひび割れ注入材の充填度評価に対しても、適用できることがわかった。また、ひび割れ注入材の充填度評価に対する感度も良好であることが明らかになった。
- (2) 本研究の範囲内では、センサ間隔を可能な範囲で大きく設定することにより、注入材の充填度をより評価しやすくなると考えられる。

参考文献

- 1) 日本コンクリート工学協会：コンクリートのひび割れ調査，補修・補強指針，pp.85-107，2003
- 2) 山口岳思，鎌田敏郎，寺田孝，六郷恵哲：超音波によるコンクリートひび割れ注入材の確認方法，コンクリート工学年次論文集，Vol.27，No.1，pp.1681-1686，2005
- 3) 一宮亮一：機械系の音響工学，コロナ社，pp.86-94，2000

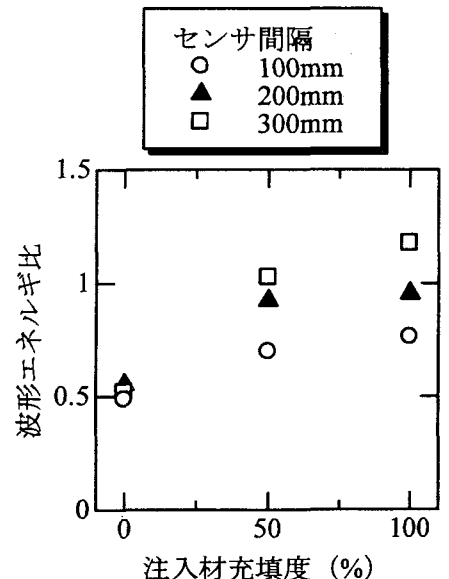


図-3 センサ間隔による
波形エネルギー比の違い