

超音波スペクトル解析によるアルカリシリカ反応の実験的検討

立命館大学 正員 明石外世樹 正員 尼崎省二

正員 高木宜章 学正員 ○ 平野博範

1. まえがき 最近、アルカリシリカ反応（以下、ASR と略記）によるコンクリート構造物の劣化現象が多く報告され、ASR によるコンクリートの損傷度を非破壊的に評価することが試みられている。その一つとしてコンクリートを透過した超音波信号のスペクトル解析の研究がなされつつある。

本研究は、モルタルバーによる膨張と超音波伝播速度（以下、音速と略記）の測定の他に新しい試みとして透過超音波信号のスペクトル解析を行なうことによって ASR によるモルタルバーの損傷度を実験的に検討し（シリーズ 1）、更に高品質シリカフューム（以下、SF と略記）を混入したモルタルバーの性状（シリーズ 2）についても調べたものである。

2. 実験概要 モルタルバー試験の実験要因及び使用材料を表-1, 2に示す。等価アルカリ量（ $(\text{Na}_2\text{O})_{\text{eq}}$ と略記）の調整は NaCl により行ない、SF はセメント重量の内割とした。

表-1 実験要因

シリーズ1	反応性骨材量	0%, 50%, 75%
	等価アルカリ量	0.85%, 1.5%, 2.0%
シリーズ2	反応性骨材量	0%, 50%
	等価アルカリ量	0.85%, 2.0%
	SF 混入率	0%, 5%, 15%, 25%

配合は ASTM C 227 に準じ、練混ぜは 表-2 使用材料表

JIS R5201 により行なった。フロー値は 190 ± 10 とし、材令 21 日までの標準養生後、促進養生（40℃, R.H.

セメント	普通ポルトランドセメント、比重 3.16, 等価アルカリ量 0.85%
普通細骨材	野州川産川砂、比重 2.59
反応性細骨材	古銅碑石安山岩砕石、比重 2.53
シリカフューム	（スラリー状）比重 1.368, 固形分 50%, $\text{SiO}_2=97\%$, 等価アルカリ量 0.26%
高性能減水剤	β -ナフタルスルホン酸ホルマリン縮合物のナトリウム塩（42% 濃液）

=100%) を行なった。膨張ひずみ測定には長さ変化測定用コンパレーターを使用し、音速は受振波の波頭観察により測定した。

供試体の応答関数は、測定系への入力と出力の叩き込み積分をフーリエ変換することにより得られる周波数応答を逆フーリエ変換することにより求めた。ここで、供試体を振動子で挟んだ時の叩き込み積分のフーリエ変換を振動子のみのそれで除算することにより供試体の周波数応答を求めた。1 μs 、20V のインパルス信号を信号発生器により発生し、発振子を印加した。そして市販の信号解析装置を使用して、50 回のデータの平均化処理をすることにより DC ~ 100KHz の信号解析を行なった。振動子の共振振動数は、54KHz である。

3. 実験結果及び考察 膨張ひずみあるいは音速と材令の関係、最終測定時の応答関数のオートパワースペクトラムを各々図-1, 2, 3 に示す。シリーズ1 において、 $(\text{Na}_2\text{O})_{\text{eq}}=2.0\%$ では、促進養生後膨張ひずみは急激に増加し、音速は低下する。促進材令 39 日の膨張ひずみは 3000×10^{-6} にも達し、音速は 400 ~ 500 m/s 減少した。その後膨張ひずみの増加はほとんどなく、音速は従来の試験結果同様に再び増加した。 $(\text{Na}_2\text{O})_{\text{eq}}=1.5\%$ の場合も程度の差はあるが同様な傾向を示した。応答関数は、ASR による損傷が進行するほど膨張ひびわれにより高周波数成分（70 ~ 100KHz）が透過しにくくなった。

$(\text{Na}_2\text{O})_{\text{eq}}=2.0\%$ 、反応性骨材量 50% で、SF を 15% あるいは 25% 混入すると膨張ひずみは非

Toyoki AKASHI, Shoji AMASAKI, Nobuaki TAKAGI, Hironori HIRANO

常に少なくなる。これはSFによるASR抑制効果によるためと思われる。しかし、高品質のSFを混入しても従来の報告と同様に、SF混入率5%では膨張開始材令は遅延されるが膨張ひずみは増加する。

SF混入率5%の応答関数は他の供試体とは異なり20~40KHzの周波数成分が透過しにくく、また高周波数成分がほとんど透過しない。これは、SF混入率5%の応答関数測定時材令(促進材令50日)がASRの進行途中であるのに対して、他の供試体はASRによる膨張がほぼ終了してASRの進行速度がかなり緩やかな段階(促進材令100日)に入っているためと考えられる。SF混入率25%の応答関数は、 $(Na_2O)_{eq}=0.85\%$ 、反応性骨材量0%のものと同様の傾向があり、SFのASR抑制効果が示されている。

本実験から超音波スペクトル解析は、モルタルバーのASRによる損傷度を評価する有効な一手段と考えられる。

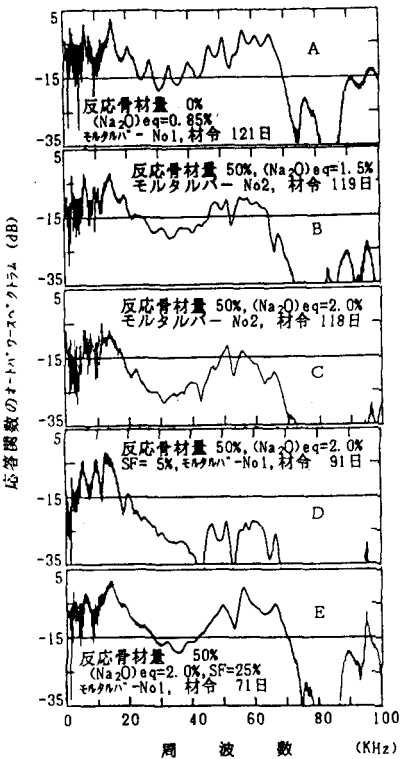


図-3 オートパワースペクトラム

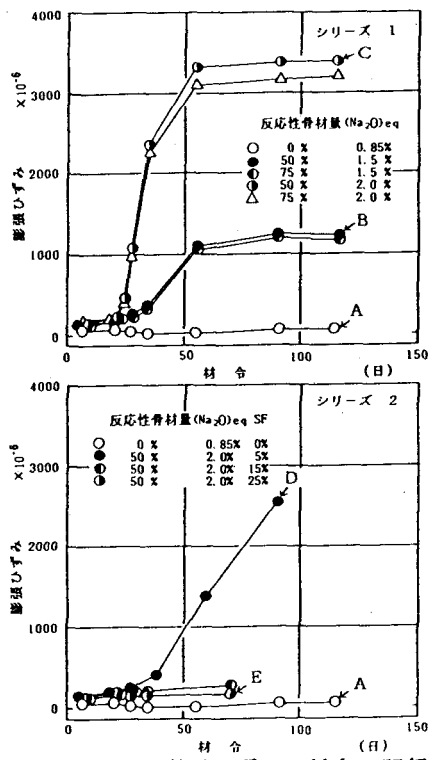


図-1 膨張ひずみと材令の関係

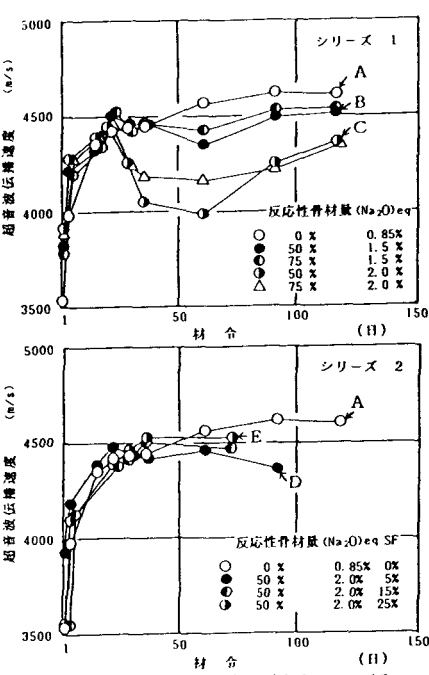


図-2 音速と材令の関係