

# モルタルの EPS ビーズ混入劣化による AE パラメータの変化 Change in AE parameters due to degradation of mortar by mixing EPS beads

○山本清仁\*, 小林 晃\*

YAMAMOTO Kiyohito, and KOBAYASHI Akira

## 1. はじめに

既存の農業水利施設を維持して行くためには施設材料の劣化（損傷）を把握し，劣化度合いに応じた経済的な維持・改修を考える必要がある．ここでは，モルタルに EPS ビーズを混ぜて劣化試料を作製し，その AE パラメータについて調べた．AE パラメータと空気量の関係の比較により，空気量増加によるモルタル劣化度を推定する方法について考察する．

## 2. 供試体

直径  $5.00 \pm 0.01\text{cm}$  高さ  $9.60 \pm 0.37\text{cm}$  の円柱モルタル供試体を作製した．モルタルの配合を Table 1 に示す．14 日以上水中養生を行い，その後，端面は切断機で平滑に整形し，空气中に放置した．EPS ビーズ（発泡ビーズ）を用いて供試体の内部に球形の弱部を分布させた．ビーズの直径は  $0.22\text{cm}$  であり，密度は  $0.03\text{g/cm}^3$  である．モルタル打設時に，1ℓ 当たり  $2.55\text{g}$  および  $5.09\text{g}$  の EPS ビーズが混入するように EPS ビーズを均一に混ぜた．Fig.1 のようにビーズは分布しており，円形を保っている．EPS ビーズを混ぜない健全供試体と 2 種類の EPS ビーズ混入供試体（劣化供試体）の 3 パターンについて，試験および計測を行った．

Table 1 配合表

Table 1 Mix proportion

W/C (%)	50
Water ( $\text{kg/m}^3$ )	284
Cement ( $\text{kg/m}^3$ )	568
Fine aggregate ( $\text{kg/m}^3$ )	1421
Bulk density ( $\text{g/cm}^3$ )	2.27



Fig.1 EPS ビーズ混入劣化供試体  
Fig.1 Degraded specimen due to mixing EPS beads

## 3. AE 計測

供試体の片側端面でシャープペンシルの芯を折ることで超音波を発振させ，シリコングリースにより両端面に設置した AE センサで超音波を計測した（Fig.2）．計測条件を Table 2 に示す．1 本の供試体について 15~25 個の波形を取得して AE パラメータ<sup>1)</sup>を記録した．そして，それらの平均値，最大値および標準偏差を求めた．波形が記録される時刻を用いて 2 つのセンサ間の超音波伝播時間を求め，センサ間距離より縦弾性波速度 ( $V_p$ ) を求めた．検討に用いた AE パラメータは，立上がり時間とカウントである．

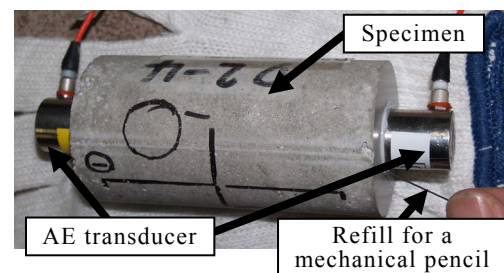


Fig.2 AE 計測 Fig.2 AE measurement

## 4. 結果

圧縮強度と計測空気量の関係を Fig.3(a) に示す．強度計測で使用した Fig.3(a)の供試体は，AE 計測供試体とは異なるものである．

Table 2 AE 計測条件

Table 2 Conditions of AE measurement

Resonant freq. of transducer	50kHz
Threshold voltage	45 $\text{dB}_{\text{AE}}$ (0.0178 V)
Number of transducers	2
High pass filter	10 kHz
Low pass filter	400 kHz

\* 京都大学大学院農学研究科 Grad. Sch. of agricultural science, Kyoto University 管理, モルタル, AE

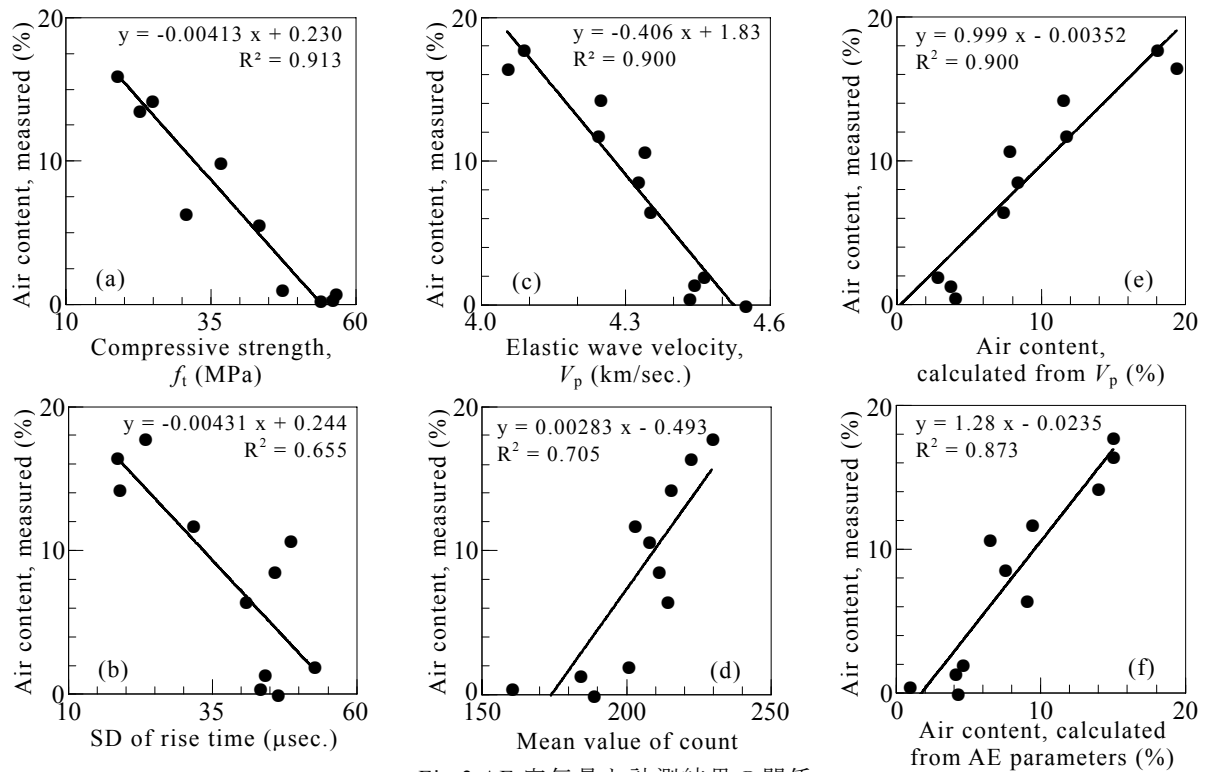


Fig.3 AE 空気量と計測結果の関係  
Fig.3 Relation of air content and measurement results

また、 $V_p$ および AE パラメータと計測空気量の関係をそれぞれ Fig.3 (b)~(d)に示す。そして、Fig.3(c)の回帰直線式より求めた空気量と計測空気量の関係を Fig.3(e)に示す。Fig.3(b)と(d)の回帰直線式より求めた 2 つの空気量を平均したものと計測空気量の関係を Fig.3(f)に示す。ここで、空気量は、湿潤密度を水中養生直後の供試体質量より求め、これと配合表 (Table 1) の密度より算出した。Fig.3(b), (d)については発信側端面 (Fig.2 右) に設置した AE センサで得られた AE パラメータを示している。また、AE パラメータの平均値、標準偏差および最大値を求めたが、その中でも空気量と相関が大きいものを図示している。そして、Fig.3 における  $R^2$  は相関係数 2 乗値であり、図中の式は回帰直線式である。

計測空気量と圧縮強度の相関が高く (Fig.3(a)),  $V_p$  より推定した空気量と計測空気量 (Fig.3(e)) の相関は良いので、劣化度評価に  $V_p$  計測は有用である。また、カウントの平均値および立上がり時間の標準偏差と計測空気量の関係 (Fig.3(b), (d)) は、それぞれ  $V_p$  のもの (Fig.3(c)) より相関が低いが、2 つの AE パラメータの情報を平均することにより、 $V_p$  と同等な相関になる (Fig.3(f))。空気量の増加に伴う  $V_p$  の減少は、弾性係数の低下および弾性波経路の増加によると推察される。一方、発信側 AE センサのカウント平均値および立上がり時間の標準偏差の挙動は、EPS ビーズ (空隙) が弾性波を複雑に反射させる散乱の影響であると考えられる。

## 5. まとめ

EPS ビーズをモルタルに混ぜて劣化供試体を作製し、超音波発振により AE パラメータと  $V_p$  を計測した。その結果より、発振源近傍に設置した 1 つの AE センサを利用し、カウントの平均値および立上がり時間の標準偏差を複数箇所計測し、その情報を計測箇所間で比較して空気量 (空隙量) 増加による劣化度を定性的に推定する方法が提案できる。

参考文献 1) 社団法人日本非破壊検査協会：アコースティック・エミッション試験 I, pp.35, 2006