

コンクリートの圧縮強度試験のアコースティックエミッション

発生挙動へのワイブル分布の適用

国立大学法人熊本大学

学生会員 月岡美佳 学生会員 田邊武志 正会員 重石光弘

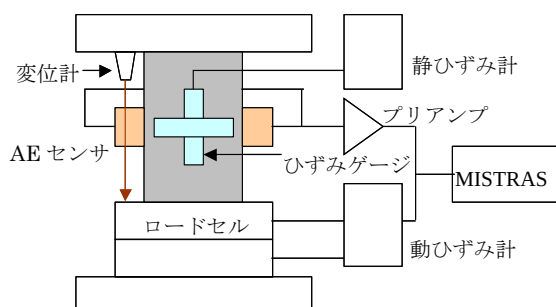
1. はじめに

コンクリートの破壊メカニズムというのは、微視的破壊や構造レベル破壊、また時間に関しても短時間ならびに長時間の劣化がありとても複雑である。その中で材料破壊に関する情報としてアコースティックエミッション計測¹⁾がある。破壊メカニズムを定量化することで、安全な設計や、構造物を解体する時に役に立てることができると思う。

そこで、本研究では製品管理する際に不良品の発生確率をモデル化したワイブル分布²⁾をコンクリートの AE 発生挙動に適用できるかを試みた。

2. 実験概要

コンクリート供試体は直径 100mm 高さ 200mm の円柱供試体を使用する。

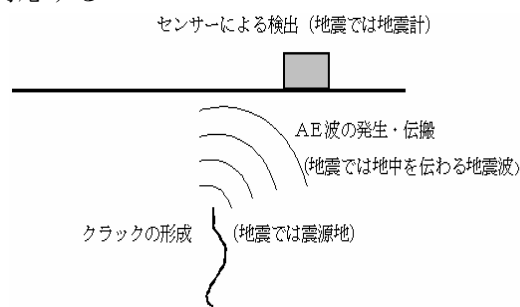


図—1 AE計測装置概要図

打設した供試体を3日目、7日目、14日目、28日目にそれぞれ5本ずつ圧縮強度試験を行うと同時にAE計測を行う。

ここで、AEは固体内部での微小な破壊および変形などのエネルギー開放過程によって発生する弾性波動現象と定義される。固体材料に力あるいは変形が与えられると、その外力による仕事がひずみエネルギーとして材料内部に蓄積され、限界まで蓄えられるとAEの発生原因であるクラックが形成される。図—2のようにクラックの形成によって発生したAE波は、固体材料内部を伝播し、AEセンサによって検出される。これをAE法という。劣化したコン

クリートの内部には、微小なひび割れが多数発生しており、これを計測する方法としてAE法の適用が提唱されている。また、コンクリートの一軸圧縮試験下でのAE発生挙動は、微小ひび割れの発生過程と対応する。



図—2 AE波の発生・伝播・検出

圧縮試験時には、縦ひずみと横ひずみを計測するために、2組のひずみゲージを接着剤で供試体側面中央部に対向して接着した。そしてエレクトロンワックスでAEセンサを接着した。

3. 実験結果、考察

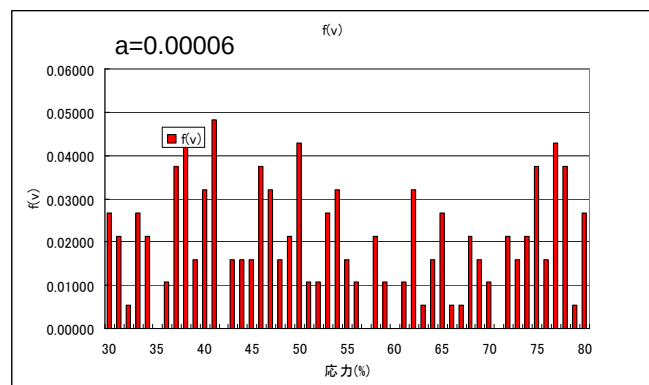
圧縮強度試験、ひずみ計測、AE計測により得られた供試体の機械的諸特性を表—1に示す。

表—1 供試体の機械的諸特性

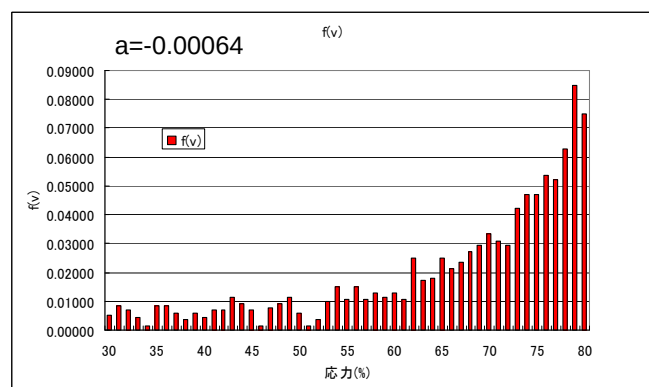
供試体 (平均)	強度 (MPa)	絶乾密度 (g/cm ³)	ヤング係 数(GPa)	ポアソ ン比
3日目	12.2	2.27	15.7	0.14
7日目	19.8	2.30	19.8	0.15
14日目	23.4	2.35	22.9	0.17
28日目	27.9	2.27	22.0	0.20

図—3はレートプロセス理論に基づいて解析を行った結果である。(a)は载荷初期からAE発生確率が高くなっており、初期から終期まであまり変化がない。(b)は载荷初期においてAE発生確率は低く応力レベルが大きくなるにつれて増加している。つ

まり (a) の方が品質の劣るコンクリートである. また a 値が大きいほど劣っていると言えるので (a) の方が品質の劣るコンクリートであると言える.



(a) 材齢 7 日目



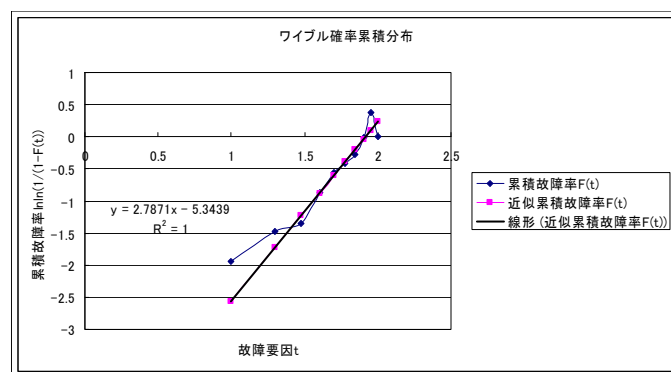
(b) 材齢 28 日目

図—3 AE 発生確率関数と応力レベル

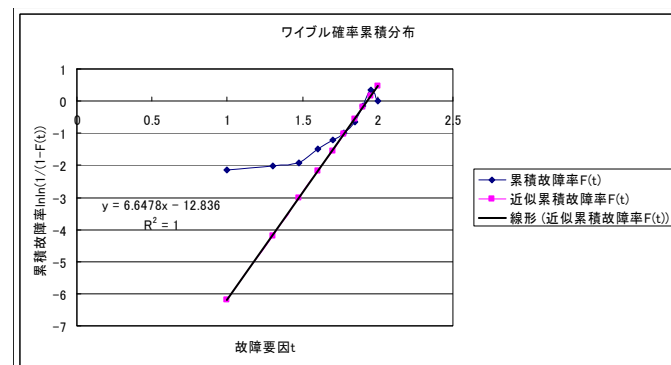
図—4 はワイブル分布に基づいて解析を行った結果である. ワイブル分布は物体の破壊データ解析に用いられ, 故障率を (1) 式で表すことができる.

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x^m}{\alpha}\right)} \quad (1)$$

本研究では $F(x)$ を AE 発生確率関数, x を応力レベルとする. (1) 式より $Y = mX - \alpha$ の直線で近似し, 縦軸 (Y) はコンクリート供試体の破壊確率, 横軸 (X) は応力レベルを表している. m 値が $m < 1$ の時「初期故障型」, $m = 1$ の時「偶発故障型」, $m > 1$ の時「磨耗故障型」となる. (a) は $m = 2.7871$, (b) は $m = 6.6478$ であり (a) の方が初期故障型に近いと言え, また载荷初期から AE が多数発生していることを示すので, 品質の劣るコンクリートと言える.



(a) 材齢 7 日目



(b) 材齢 28 日目

図—4 ワイブル確率紙

圧縮強度を比較した場合においても 7 日目の方が強度が弱いので品質の劣るコンクリートと言える.

以上の結果より, ワイブル分布を用いることによって, コンクリートの品質を評価できると考えられる.

4. まとめ

応力レベルに対する AE 発生確率関数を求めたが, 今後の研究としてひずみレベルに対する AE 確率関数の解析を行い, 後にその評価も踏まえて報告する予定である.

参考文献

- 1) 大津政康: アコースティック・エミッションの特性と理論 pp.44-49 2005.
- 2) 平林浩一: 疲労や破壊現象とワイブル分布 2002.