

コンクリート杭のA E破損調査法におけるA Eパラメータの検討

飛島建設(株)技術本部
前田道路(元徳島大学学生)
飛島建設(株)技術本部
徳島大学工学部

正会員 森伸一郎
正会員 ○宇良成泰
正会員 塩谷智基
正会員 藤井清司

1. はじめに 構造物が地震により被災した場合、上部構造物の健全性は外観から容易に判断できるのに対し、下部構造の健全性の評価には決定的な手法がない。著者らは図-1に示すように、地震により被災した基礎杭の破損部より発生されるA E(アコースティック・エミッション)を利用して、杭の破損が判定可能と考え、簡易な模型破損杭により検討してきた。その結果、杭の破損部に発生源を有するA Eの検出が可能であり、さらにその位置も特定可能であることが判明した。本報告では、杭の破損位置の特定精度の向上を目的に、各A Eイベントが有する種々のパラメータを用いて破損位置の評価を行い、破損位置の特定に有効なA Eパラメータを検討したものである。

2. 実験方法 実験の概要を図-1(b)に示す。模型杭はセメント砂により作成した。また、破損部分は鉄の加工屑とセメントペーストにより作成し、実際の杭の破損状況を考えて、硬化後、打撃を与え脆弱なものにした(以下、破損部と呼ぶ)。A E伝播媒体は豊浦標準砂とし、A E計測は、A Eセンサーを取付けたアルミ製のウェブ・ガイトを杭近傍に埋設し行った。実験は変位制御で行い、毎秒1/300mmで杭に強制変位を与えた。(試料物性、計測条件などは参考文献1)を参照されたい)

3. 実験結果および考察

3.1 A E位置標定による検討 図-2に載荷荷重、A E発生率の経時変化、ならびにA Eイベントおよびリングダウン・カウントにおけるウェブ・ガイト下端を原点としたときのA E位置標定結果を示す。ここで、リングダウン・カウントについては、その大きさでA E源を分類している。同図より、破損部を含む杭の

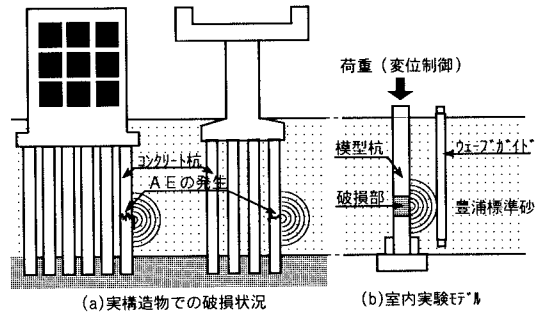


図-1 研究の概要図

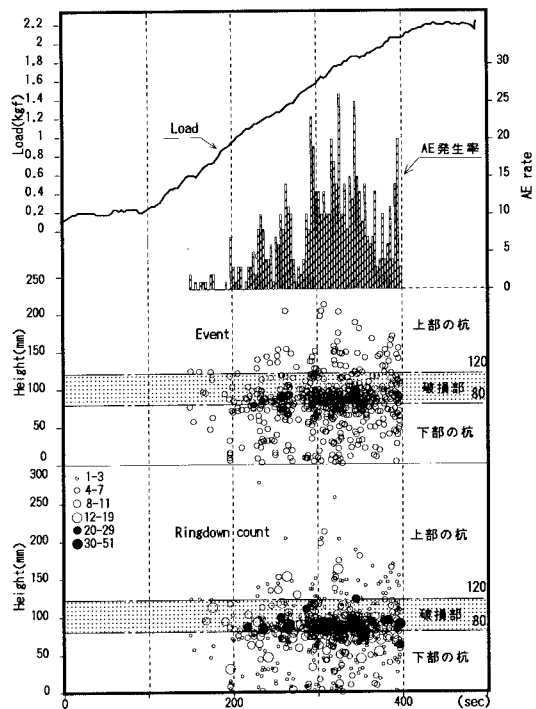


図-2 載荷荷重・A E発生率・A E位置標定結果

極限荷重の約2割に相当する荷重に達した150秒以降A Eが発生し始め、時間の経過とともにA E発生率の増大が認められる。また、荷重は上昇と平坦・下降を繰り返しながら増加するが、変位制御下において荷重に増加が見られないのは破壊の進展を意味する。これら平坦部に対応してA E発生率の増大が認められる。さらに、破損部付近にはリングダウン・カウントの大きいA Eが検出され、破損部が断続的に破壊した様子を標定した

ものと考えられる。

A Eは破損部以外からも認められ、実験開始後300秒以降から破損部以外にA Eが検出されている。上部の杭近傍では、杭自身の回転移動が周囲の砂層にせん断変形を与えた結果、発生したものと考えられる。一方、下部の杭近傍では、破損部のA Eが多い時間に検出される。この原因の確定には更なる検討を要するが、これらと破損部のA Eをリングダウンカウントと比較すると、その大きさは破損部と比べ小さい。

3.2 A E頻度分布による破損位置の評価

図-3に全実験時間における各区分(3mmごと)に検出された(a)A Eイベント、A Eパラメータによる評価例の一つとして(b)リングダウンカウントの累積頻度分布を示す。また、同図中にその統計量を示す。両分布の重心位置はほぼ一致しており、ともに破損部に合致している。さらに、リングダウンカウントによる結果とイベントによる結果とを比較すると、標準偏差は減少し、全A Eデータに対する破損部内のA Eデータの割合は増加している。このことから、A Eパラメータ(例えばリングダウンカウント)によるA E発生位置の評価が、イベントによる評価より破損位置の特定に効果的であると考えられる。

3.3 各A Eパラメータによる頻度分布に関する考察 A E頻度分布において、破損位置の特定に有効なA Eパラメータを検討するため、同様の破損部を用いた9つの実験結果についてイベント、リングダウンカウント、エネルギー、ならびに継続時間によるA E位置標定頻度分布を比較した。表-1にすべての検出A Eに対する破損部内でのA E発生率を示す。ここで、20,21,...,43は実験のデータナンバーを表しており、改善率とは各A Eパラメータについて、破損部内に検出されたA Eイベントの発生率を基準に百分率で表している。また、全データに対する改善率の平均値、標準偏差も表記した。

表-1より各A EパラメータによるA E頻度分布がイベントによる頻度分布よりも破損位置の特定に有効であり、また、それぞれのパラメータにより改善傾向が異なることが認められる。継続時間を用いた場合、破損位置の特定精度が大幅に向上するが、その一方で、データごとのバラツキも大きくなる。エネルギーを用いた場合には、ほぼすべてのデータで特定精度の向上が認められ、そのバラツキも小さい。

4. 結論 A E法によるコンクリート杭の破損診断手法を開発するため、模型杭の室内載荷実験によるA E計測結果に種々のA Eパラメータを用いて破損位置の特定精度を検討した。得られた結果を以下に示す。

- ①破損部に発生源を有するA Eの検出が可能である。しかし、A E現象が有するランダム性、伝播媒体の不均質性、A E波のウェーブフロントへの入射角度の違いなどから健全部でのA Eが認められた。
- ②A Eが有する種々のパラメータを利用して破損部と健全部とを分類することが可能であり、継続時間による破損部の特定精度の向上が著しい。しかし、継続時間はデータごとのバラツキが大きいことから、一般的にはA Eエネルギーを用いるのが定性的な判断基準に貢献できるものと考えられる。

【参考文献】1) 森伸一郎, 宇良成泰, 塩谷智基, 藤井清司: A Eを利用したコンクリート杭の破損調査法, 第30回土質工学研究発表会, 投稿中

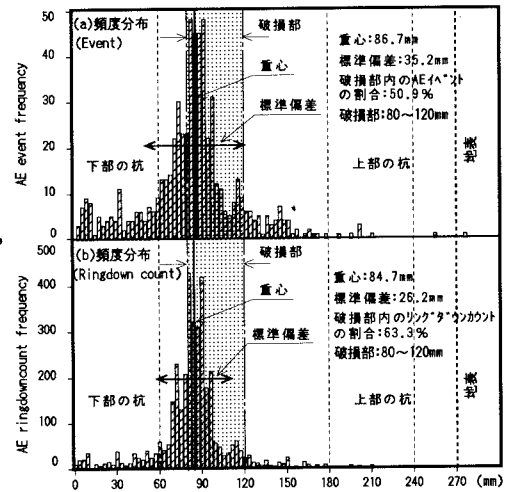


図-3 A E位置標定の頻度分布

表-1 種々のA Eパラメータによる破損部内のA E発生率

データ NO.	破損部内のA E発生率(%)					
	Event	Ringdown	改善率(%)	Energy	改善率(%)	Duration
20	35.9	32.2	89.7	35.9	100.0	37.3
21	50.9	63.3	124.4	52.2	102.6	53.7
23	44.4	64.7	145.7	49.5	111.5	58.2
24	21.6	35.0	162.0	29.9	138.4	32.5
25	44.4	61.0	137.4	45.2	101.8	48.3
36	19.0	21.5	113.2	20.5	107.9	23.7
39	32.5	45.2	139.1	40.1	123.4	40.6
40	11.5	14.1	122.6	19.0	165.2	30.3
43	30.7	14.6	47.6	30.3	98.7	28.3
平均値			120.2		116.6	133.9
標準偏差			32.2		21.1	48.7