

V-60

3次元AE位置標定によるコンクリートの破壊箇所の識別

松尾橋梁株式会社 正員 ○藤田 昌宏
 東北大学工学部 正員 佐武 正雄
 同 正員 新聞 茂

1. まえがき

3次元AE位置標定は、3次元的な広がりをもつコンクリートの破壊箇所を識別する有効な方法の一つであると考えられる。本文は、パーソナル・コンピュータを組み込んだ6チャンネルの計測システムを用い、疑似AEによる予備実験によって3次元AE位置標定の精度を検討した後、コンクリート供試体の割裂引張試験に適用し、考察を加えたものである。

2. 予備実験

3次元AE位置標定の精度を確かめるため、予備実験として供試体表面の既知の点から疑似AEパルスを入力し、その位置標定を行なった。

供試体は、 $100 \times 100 \times 100 \text{ mm}$ のコンクリート立方体で最大粗骨材寸法 15 mm 、 $W/C = 55\%$ 、 $S/A = 50\%$ である。トランスデューサーの配置、疑似AEパルスの入力点を図-1に、結果を表-1に示す。この結果は、各入力点で4回入力し、その平均値を示したものである。 P_1, P_5 は入力位置がトランスデューサーに囲まれた空間、あるいはその近傍であるため、誤差は 10 mm 以内に収まっている。 P_2, P_3 は、入力位置がトランスデューサーに囲まれた空間の外であるため誤差が大きい。それは3次元AE位置標定のための条件が良くないためであると思われる。以上の結果より、3次元AE位置標定の精度は、AE発生位置とトランスデューサーの配置関係に大きく依存することがわかる。

3. 割裂引張試験

実験を行なった供試体は、 $150 \times 150 \times 150 \text{ mm}$ のコンクリート立方体で配合は予備実験のものと同じである。

荷重方法は、図-2のように供試体を2本の角柱の金属棒、ゴムシートではさみ、供試体への荷重が一様な面荷重となるように行なった。

AE発生位置を求める解析方法は、LeightonとDuvallによって提案された最小二乗法と繰り返し演算を行なう方法を用いた。また、AE波の到達時刻の判定は事象が多く、人間による手作業とコンピュータによる自動判定とで差が無いことが予備実験で確かめられているので、AE波の到達時刻はすべてコンピュータによる自動判定で行なった。

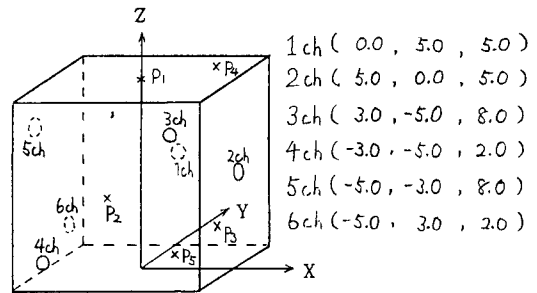


図-1 疑似AE入力位置及びトランスデューサーの配置

表-1 疑似AEの結果

No	疑似AEパルス入力点 (cm)	算定結果 (cm)	誤差 (cm)
P_1	(0.0, 0.0, 10.0)	(-0.41, -0.40, 6.72)	3.33
P_2	(0.0, -5.0, 5.0)	(0.16, 4.05, 4.94)	0.97
P_3	(5.0, -3.0, 3.0)	(2.17, -1.83, 4.36)	3.35
P_4	(2.0, 3.0, 10.0)	(1.37, 2.61, 9.54)	0.87
P_5	(3.0, -5.0, 2.0)	(2.73, -4.23, 2.56)	0.98

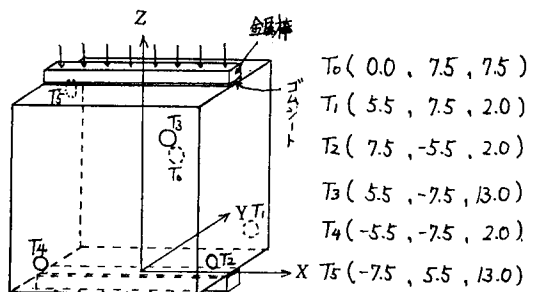


図-2 割裂引張試験

表-2 AE事象数と標定率

荷重 (t)	記録されたAE事象数	P波が $1.0 \times 10^5 \sim 1.0 \times 10^6$ のAE事象数	位置標定率 (%)
0.0 ~ 4.0	32	14	44
4.0 ~ 6.0	75	48	64
6.0 ~ 8.0	152	94	62
8.0 ~ 10.5	121	80	66
Total	380	236	62

4. 実験結果及び考察

この実験で観測されたAE事象数とその位置標定率を表-2に、位置標定された載荷レベルごとのAE発生位置を図-3に示す。図中の(a)と(b)は3次元的に分布しているAE発生位置をX-Y平面及びX-Z平面に、それぞれ投影したものを示している。図-4は、割裂した供試体の破壊状況を示している。図-4からAE発生位置は供試体中央部の載荷軸を含む破断面付近に発生しているのが認められる。載荷初期では、AE発生位置が供試体全体に分布しているが、荷重が増加するにつれて、最終的には破断面となる位置に次第に収束していく様子が観測される。これは、比較的大きな規模の地震の発生前に観測される現象と類似している。本研究で用いたAE計測装置は、一事象の記録に約0.9秒の時間を必要とするため、瞬間的に生じる最終的破断面形成時のAEはほとんど位置標定することが不可能である。したがって、載荷レベル8.0~10.5は、破壊直前までのAE発生位置を示したものであり、主として2つの領域に集中している。したがって最終的にこの2つの領域から破断面が瞬間的に全断面に広がったものと推定される。

また、100×100×100mmの立方体供試体で同様なトランスデューサーの配置を行ないAE位置標定を行なった結果、標定率は5%であった。これは、AE波到達時間差に含まれるAE波到達時刻の読み取り誤差の比率の相異によるものと考えられる。

5. あとがき

本研究では、3次元AE位置標定について基礎的な検討を試みた。このシステムによる割裂引張試験の結果、AE発生位置を取り囲むようにトランスデューサーを配置すれば、10mm以内の誤差で3次元AE位置標定を行なうことが可能であると思われる。また、3次元AE位置標定は、供試体内部のAE発生位置から多数の微小破壊位置を立体的にとらえることが可能であることも確かめられた。しかしながら、AE波到達時間のバラツキの処理方法、最良のトランスデューサー配置方法、コンクリート中のAE波の減衰が位置標定に及ぼす影響及び3次元AE位置標定の実際のコンクリート構造物への応用などについては今後の課題と考えられる。

最後に、本研究を行なうにあたり御協力いただいた東北大学工学部土木工学科の毛利朗君に謝意を表します。なお、本研究は、昭和60年度文部省科学研究補助金試験研究(1)の交付を受けて行なったものである。

参考文献

- (1) 近藤、新聞、瀧浦：コンクリートの3次元AE解析について 土木学会東北支部技術研究発表会講演概要 1985
- (2) Leighton, F and W.I. Duvoll : A least square method for improving the source location of rock noise, BuMines Rep. Inv. RL 7626, 1972

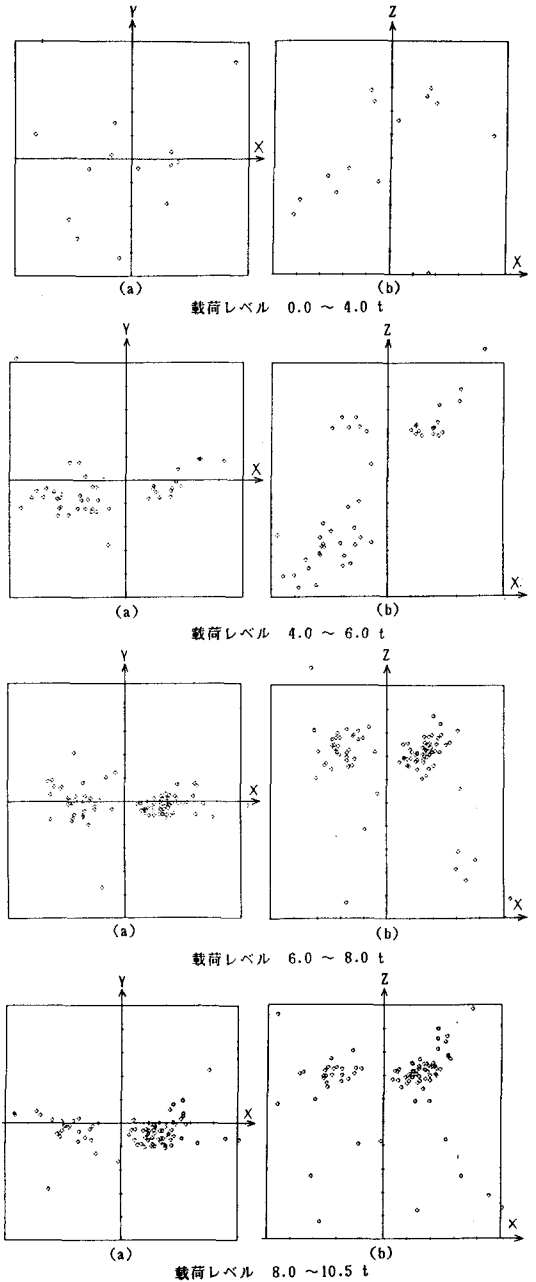


図-3 3次元AE位置標定結果

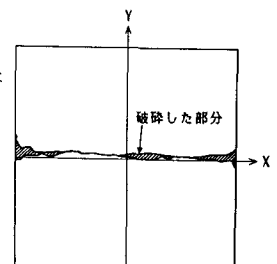


図-4 供試体の破断面