

AE 波形解析による PC 杭の曲げおよびせん断破壊の観察

熊本大学工学部 学生会員 中村 健一
 熊本大学工学部 正 会 員 重石 光弘
 熊本大学大学院 辻 伸幸
 飛鳥建設(株) 塩谷 智基

1. はじめに

兵庫県南部地震により、多くの土木・建築構造物が甚大な被害を受けたことで、構造物の健全性を診断する手法の確立が強く求められるようになった[1]。なかでも構造物を支える杭基礎は地中にあるため、直接的に観察することは困難である。そこで、杭基礎の健全性を把握する手法にアコースティック・エミッション(AE)法による検査・評価手法を適用し、AE波形から破損箇所・破壊性状を特定するための基礎実験として、実物のPC杭を供試体として使用し、曲げおよび曲げせん断破壊実験を行った。そして、収録されたAE波形の逆解析[2]によるPC杭の破壊メカニズムの観察を試みた。

2. 実験概要

実験に使用した供試体は、外径 400 mm・内径 270 mm・長さ 7000 mm のプレキャストプレストレストコンクリート杭で、径が 10 mm の PC 鋼棒 10 本を半径 167.5 mm として均等に配置した。図 1 は、供試体の断面図である。これらに対して曲げおよび曲げせん断破壊実験を行った。与える破壊の程度として「軽微」すなわち「載荷により破壊点または、クラックが多数生じるまでに至った材料でも、除荷によりそのクラックが閉じる程度」と、「重度」すなわち「除荷後もクラックが明白な損傷程度」を想定して実験を行った。

図 2 に曲げおよび曲げせん断破壊実験の概要図を示す。いずれの場合においても 4 点曲げ載荷であるが、せん断破壊実験においては支点を載荷点の近傍にすることで、せん断力を狭い範囲に集中させる押し抜きせん断とした。中空構造であることから、AE 計測は同図に示す観察範囲に対して 6 個の AE センサを設置して行った。AE センサには 60kHz 共振型センサを使用し、計測におけるしきい値を 60dB とした。AE センサの配置について、曲げせん断破壊実験を例に図 3 に示す。

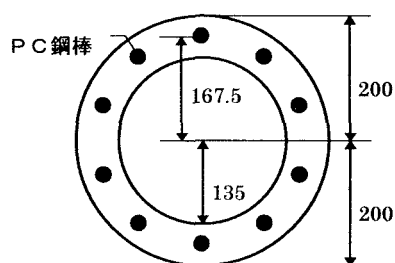
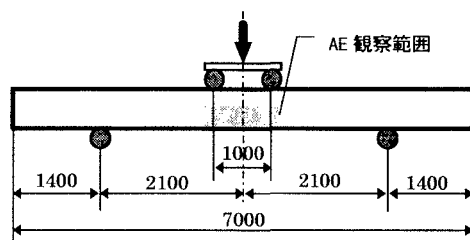
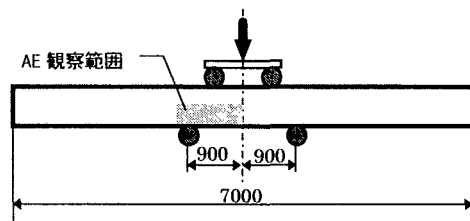


図 1 PC 杭供試体 (mm)



(a) 曲げ



(b) 曲げせん断

図 2 破壊実験概要図 (mm)

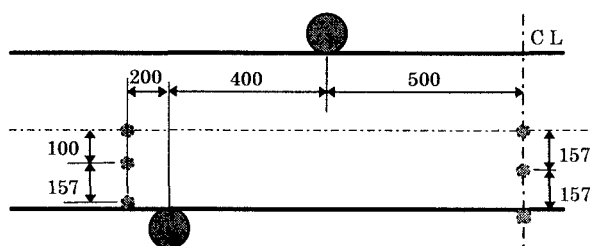


図 3 AE センサ配置図 (曲げせん断破壊時) (mm)

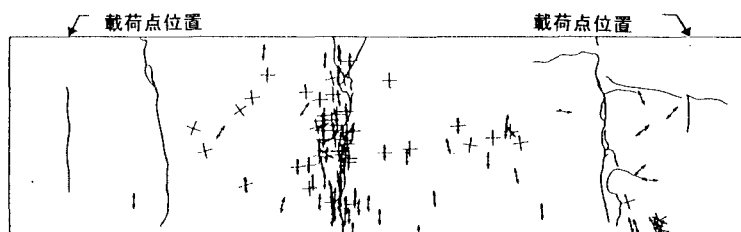
3. 解析結果

P C 杭供試体の曲げおよび曲げせん断破壊実験において、記録された A E 波形によりその発生源を逆解析した結果を図 4 および図 5 に示す。これらは、A E 発生源を観察範囲の円筒面上へプロットして展開したものである。図中の $\leftrightarrow$ 印は、この微小ひび割れが引張りモードで生じ、その開口した方向を示している。× 印は、せん断モードあるいは引張りとせん断の混合モードで生じ、その交差した線分方向は、微小ひび割れ面の方向と法線方向を示している。また、供試体表面より観察されたひび割れ(主破壊)を実線で示した。

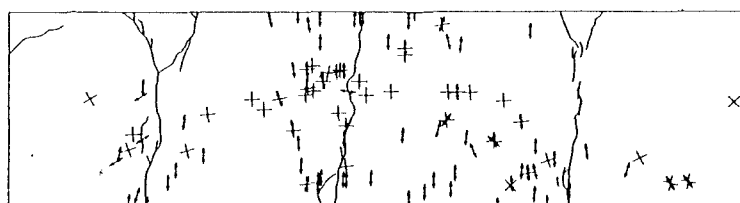
図 4 (a) の曲げによる重度損傷では、繰り返し载荷を行っているため一度開口した部分が、载荷に伴い開閉を繰り返しており、A E 発生源はひび割れに沿って狭い範囲に集中している。一方、図 4 (b) の軽微損傷では A E 発生源はひび割れから広範囲に標定された。次に図 5 の曲げせん断による重度損傷においては、複雑なひび割れが観察されており、せん断モードの A E 発生源は複雑にひび割れが生じた箇所に集中している様子が観察される。

【参考文献】

- [1] 塩谷智基, 「A E 法による欠陥調査—構造物への適用—」, コンクリート構造物の非破壊調査に関する講習会テキスト, 九州橋梁・構造工学会, PP. 39-46, 1997.
- [2] 大津政康・重石光弘・湯山茂徳・岡本享久, A E モーメントテンソル解析のための S i G M A コードの開発, 非破壊検査, 日本非破壊検査協会, Vol. 42, No. 10, pp. 91-96, 1993.

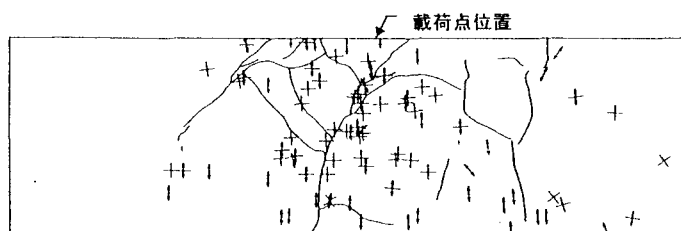


(a) 重度

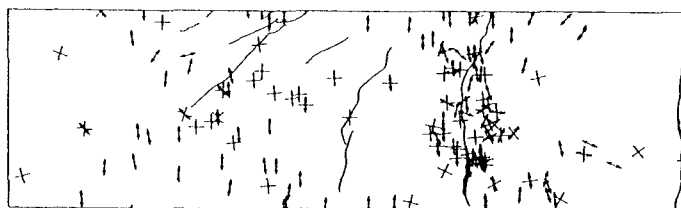


(b) 軽微

図 4 曲げ



(a) 重度



(b) 軽微

図 5 曲げせん断