

曲げを受けるコンクリートの破壊の進展

京都大学 正員 小柳 洽
 学生員 ○ 六郷 恵哲
 大谷 賢司

1. まえがき

コンクリート供試体の曲げ破壊過程の指標として、連続的な荷重変位曲線から求めた損失エネルギー量、ひびわれ面を着色して求めたひびわれ深さ、ならびに、アコースティック エミッション（以下AEと略す）により求めたひびわれ発生源の位置、をとりあげ、これら3種類の指標について相互の関連づけを行ないながら、曲げ破壊過程について検討した。

2. 実験概要

(a) 供試体 曲げ供試体としては、主としてスパン中央引張面に正三角形断面（高さ1 cm）の切欠をもつ角柱供試体（ $47 \times 10 \times 39$ cm）を用いた。破壊過程における供試体の含水状態の影響を検討するため、湿潤供試体と乾燥供試体を作成した。乾燥供試体は、材令14日で水中より取りだし試験材令（43～49日）まで室内に放置したのに対し、湿潤供試体は、試験直前に水中より取りだし表面を布でふいた状態で試験した。曲げ強度と圧縮強度を表-1に示す。

(b) 試験機と変位計測 曲げ載荷試験では、写真-1に示すように2本の横フレームをPC鋼棒（ $\phi 32$ mm）で連結して剛性を高めた万能試験機¹⁾を用いた。曲げ試験におけるたわみ計測には、供試体にとりつけた「片持はり型変位計」を用いた。

(c) ひびわれ進展深さの定量化 供試体に生じたひびわれは、黒色のコンクリート混和剤で着色した。混和剤が十分乾燥した後に供試体を破断し、破断面での着色部分の面積からひびわれ進展深さを求めた。

(d) AEによるひびわれ発生源の探査 供試体にはりつけた4個のピックアップにより10 KHz～300 KHzの周波数帯のAE波を検出し、AE波の到達時間差を換算してひびわれ発生源から各ピックアップまでの距離差を求め、この距離差からひびわれ発生源の座標を定めた。²⁾

3. 実験結果と考察

(a) ひびわれ深さと損失エネルギー量 乾燥および湿潤供試体の曲げ試験における荷重変位曲線を図-1, 2に示す。図-1, 2から求めた損失エネルギーと、供試体破断面の着色部分から求めたひびわれ進展深さの関係を図-3に示す。図-3から、切欠のあるコンクリート供試体の曲げ破壊過程においては、切欠からのひびわれの進展は、損失エネルギー量と

表-1 コンクリート強度

コンクリート強度 (kg/cm ²)	湿潤 状態	乾燥 状態
圧縮強度	135	162
曲げ 強度	切欠無 31.9 切欠有 28.0	- 34.3

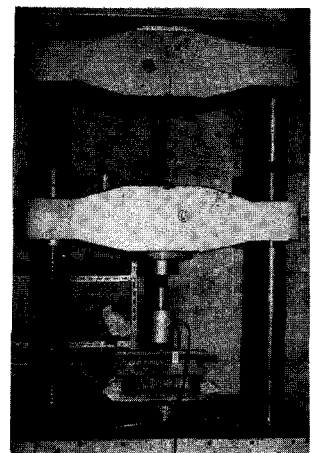


写真-1 載荷装置

ほぼ比例関係にあることがわかる。したがって、荷重変位曲線から求めた損失エネルギー量の大きさによって、コンクリートの内部組織の破壊の度合を定量的に表わせる。

(b) 損失エネルギー量の比較 切欠のある乾燥供試体の曲げ強度は、湿潤供試体の曲げ強度の約1.2倍であるが、図-3 からわかるように乾燥供試体の曲げ破壊に使われるエネルギーは、湿潤供試体の曲げ破壊に使われるエネルギーの約2倍となる。乾燥の影響は、曲げ強度よりも損失エネルギー量に対して大きい。湿潤曲げ供試体(47×10×39cm)の曲げ破壊に要するエネルギー量は約5 kg·cmであり、一方湿潤圧縮供試体(φ10×20cm)の圧縮破壊に要するエネルギー量は約 1.4×10^3 kg·cmであった。

(c) AEによるひびわれ発生源の探査 ピックアップで検出したひびわれ発生音 150 桌のうち、発生位置が供試体内におさまった 78 桌について、そのAE発生位置を図-4 に示す。AE発生順位と供試体の高さ方向の発生位置との関係を図-5 に示す。図-5 からわかるように、荷重変位曲線の立上がり部分では、AEはあまり発生せず、発生したAEも主として供試体上部中央の載荷桌下での微小な凹凸の圧壊によって生じている。また、AE発生位置は、発生の順番に従って、供試体下部から上部へ移る傾向にある。AE測定に用いた供試体の、着色により求めたひびわれ深さは切欠先端から約7cmであった。図-4 からみれば、AE発生位置は、ひびわれ面に対してかなりはらっている。ピックアップに比べて供試体寸法を大きくし、ピックアップのはりつけ位置を改善することなどにより、このはらつきを小さくすることは可能であると考ええる。

<参考文献>

1) 高木宣章, 児島孝之: 昭和51年度土木学会年次学術講演会概要集 V-3

2) 大森啓至, 丹羽義次, 小林昭一: 同上 V-24

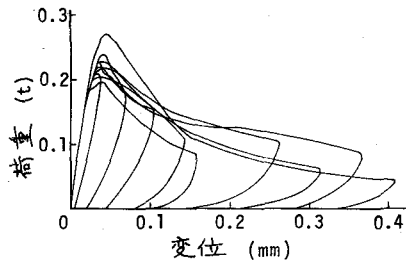


図-1 荷重変位曲線(湿潤)

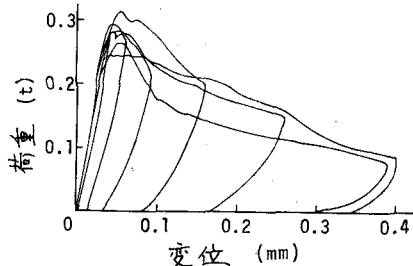


図-2 荷重変位曲線(乾燥)

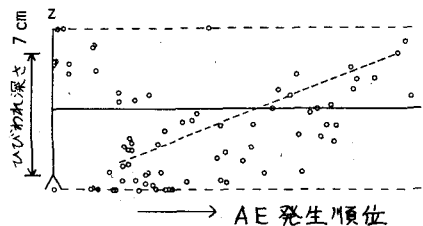


図-5 AE発生順位

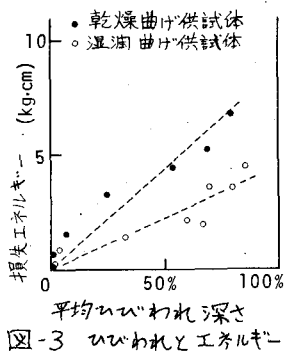


図-3 ひびわれとエネルギー

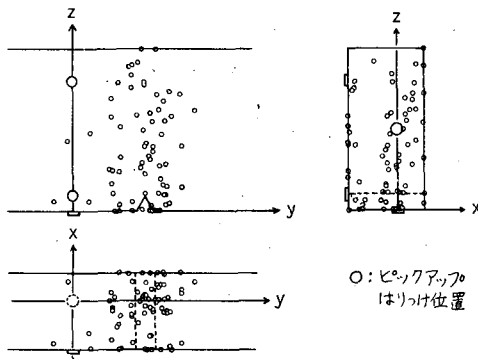


図-4 AE発生位置