

AE 解析によるコンクリート打継ぎ部の引張軟化過程に関する考察

福島工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○関 友則
福島工業高等専門学校 齋藤 優介
福島工業高等専門学校 正会員 山ノ内 正司

1. はじめに

打継ぎ部の破壊力学性能評価は、コンクリートの巨視的な破壊特性である引張軟化特性を用いて行なわれている¹⁾²⁾。本研究では、引張軟化特性があくまでも巨視的なパラメータであることから、その変化に影響を及ぼしている準微視レベルでの破壊メカニズムを考察することを目的として、一体打ちおよび打継ぎ試験体の3点曲げ載荷試験を行い、破壊に伴うAE発生挙動を8チャンネル計測結果から解析した。

2. 打継ぎ試験体の破壊力学試験と8チャンネルAE計測

本研究では、JCI規準の一体打ち試験体の破壊力学試験方法を応用し、打継ぎ試験体に対して適用した³⁾。この試験方法は、切欠きはり試験体の3点曲げ載荷試験を行うものである。試験体としては、最大骨材寸法を20mmとし、水セメント比 $W/C=50\%$ とする、寸法 $150 \times 150 \times 530$ mmの一体打ちによるはり試験体および処理方法の異なる打継ぎ部を中央にもつはり試験体を数種類作製し、中央部に幅2mm、長さ25mmの切欠きを入れた。打継ぎ部の打設は、打設方向として順打ちを想定し、先打ちコンクリートの硬化後に24時間の湿布養生を経て、打継ぎ面へ処理を施し、後打ちコンクリートを打継いだ。試験体の諸元を表1に示す。

表1 試験体の諸元

試験体記号	打継ぎ	打継ぎ面処理方法	本数
U	なし	—	4
JLR	あり	レタインス除去	4
JS5	あり	目荒し(深さ:5mm)	4
JS20	あり	目荒し(深さ:20mm)	4
MJS20	あり	目荒し(20mm)+モルタル	4

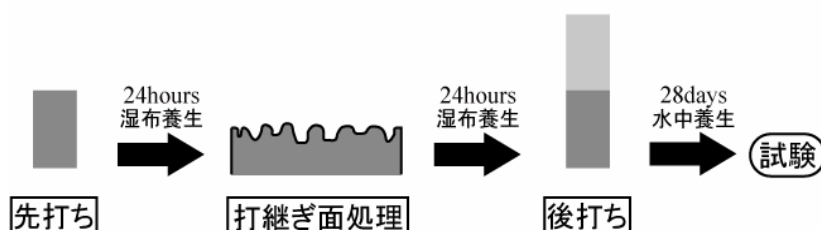
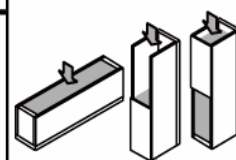


図1 打継ぎ試験体の作製から試験までの流れ

3点曲げ載荷試験は、容量2000kNの油圧型耐圧試験機を用いて行い、最大荷重点以降では不安定破壊が生じないように除荷・再載荷を手動制御で行う履歴載荷方式を採用し、載荷点変位 (LPD)、切欠き肩口開口変位 (CMOD)、載荷荷重を2秒間隔で計測した。AE計測は、8チャンネルのAE変換子により行なった。AE変換子の共振周波数は140kHz、ウェーブメモリのサンプリングタイムは0.2μsec、波形長は各チャンネルともに2kWordである。

3. 結果および考察

図2に試験から得られたUおよびJLR試験体の荷重-CMOD曲線とAE発生状況を示す。本研究では位置標定の結果リガメント部近傍で発生したことが確認されたAEイベントのみを考察の対象としている。位置標定は逐次近似法に準拠して行った。図3にXZ平面 (はり断面) に投影されたAE発生源分布を示す。XZ平面には試験後の破断面を画像処理することで得た割れのタイプの分布図が重ねられている。この分布図をもとにリガメント部を5mm×5mmメッシュで区切ることで、それらそれぞれのメッシュ内に位置標定されたAE発生源を近似的に割れのタイプと関連付けた。ここで対象としているリガメント部近傍で発生したAEイベントのすべてが巨視的な最終破断面形成に関与するものであるとは断言できないが、全体の傾向を極端に変化させるものではないと考える。

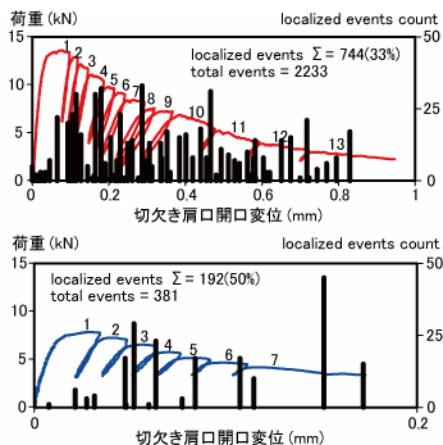


図2 荷重－変位関係とAE発生状況(上图:U, 下图:JLR)

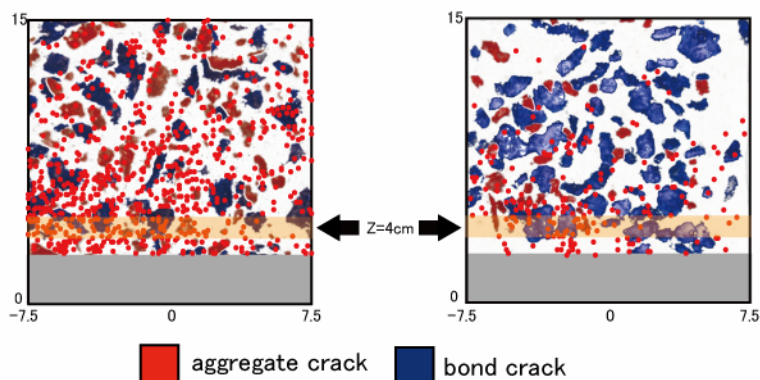
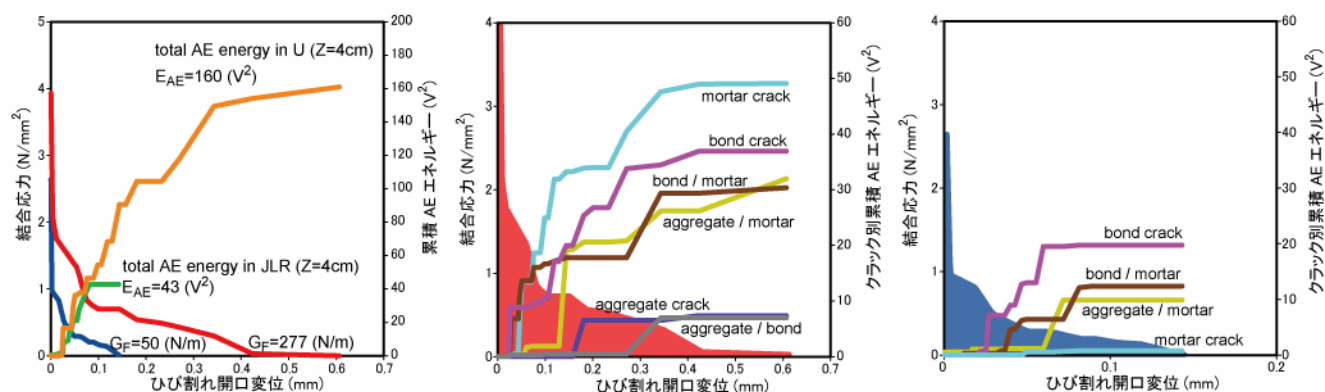


図3 XZ平面内における累積AE発生位置標定結果(左図:U, 右図:JLR)



(a) 引張軟化曲線(赤:U, 青:JLR)と累積AEエネルギー

(b) 引張軟化過程におけるクラック別累積AEエネルギーの変化(左図:U, 右図:JLR)

図4 引張軟化特性とZ=4cmを中心とする領域の相対AEエネルギーの変化

図4(a)に、リガメント部の高さ方向の座標Z=4 cmを中心とする高さ1 cm、幅15 cmの長方形領域における結合応力と累積AEエネルギーのひび割れ開口変位(COD)の増加に伴う変化を示した。結合応力とCODの関係は長方形領域の中心におけるものであり、多直線近似解析法(要素数:328, 節点数:213, リガメント部の節点数:51)により逆解析されたものである⁴⁾。相対AEエネルギーは、最大振幅値 V_p の二乗とした。図4(b)は、割れのタイプに関連付けられた累積AEエネルギーのCOD増加に伴う変化を示したものである。割れのタイプとしては主に、骨材－マトリックス界面で剥離するもの、マトリックスを貫通するもの、骨材を貫通するもの、またはそれらが混在したものを扱った。

JLRの破断面では骨材－マトリックス界面での剥離(ボンドクラック)がUと比べて卓越していることが観察されたが、図4(b)においても骨材－マトリックス界面での微小破壊に関連する累積AEエネルギーが卓越していることが分かる。Uでは、軟化初期にボンドクラックやモルタルクラックに関連するAEエネルギーが卓越し、後期においてはそれらの漸増と骨材クラックに関連するAEエネルギーの急増といった傾向が見られるのに対して、JLRにおいては、骨材クラックに関連するAEエネルギーの増加が極めて小さいものとなった。これは、JLRでは軟化後期に至る前に急速なひび割れの伝播が起こっていることを示唆するものと考えられる。

4. まとめ

本研究の範囲内では、打継ぎ部の引張軟化過程が相対AEエネルギーによって定量的に考察された。

参考文献

- 1) 西田・国枝・栗原・六郷, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.19, No.2, pp.129-134, 1997.
- 2) 栗原・国枝・内田・六郷, 土木学会論文集, 613巻, V-42号, pp.309-318, 1999.
- 3) “切欠きはりを有いたコンクリートの破壊エネルギー試験方法”(JCI-S-001-2003), JCI 規準・指針.
- 4) 橘高・上村・中村, 日本建築学会構造系論文報告集, No.453, pp.15-25, 1993. など