

ひび割れの進展に基づく RC 部材の健全度評価に関する検討

東電設計（株） 正会員 ○恒國 光義
 東京大学生産技術研究所 正会員 加藤 佳孝
 東京大学生産技術研究所 F 会員 魚本 健人

1. はじめに

コンクリート構造物の維持管理時代を迎え、既存構造物の健全性を定量的に評価することは、補修や補強といった対策の要否・優先順位の判断など、合理的な維持管理を行う上で重要となってくる。定量的な健全性を求める手法として、近年、種々の非破壊検査や、たわみやひび割れの進展などのモニタリングが実施されている。RC 部材のひび割れは健全度を示す有益な情報であるにもかかわらず、ひび割れの状態と部材の健全度は必ずしも定量的に結びついていないのが現状であると考えられる。そこで、本研究では、RC 部材の載荷試験を実施し、破壊に至るまでのひび割れの進展についてエネルギーによる評価を行い、ひび割れの状態から RC 部材の健全度を評価する方法について検討を行った。

2. 試験概要

本研究では、図-1 に示すような $20 \times 30 \times 340\text{cm}$ （支間長 300cm ）の RC 梁を作製して載荷試験を実施した。載荷は 2 点載荷とし、載荷点の位置は曲げ区間が 80cm ($a/d=4.4$) となるようにした。試験体の鉄筋比は 0.96% （2-D19）とし、破壊様式は曲げ破壊先行型となるようにスターラップ（D10）を配置した。また、試験体に用いたコンクリートの強度は 30N/mm^2 （28 日）であった。載荷試験では、試験体の上面に AE センサを設置し、ひび割れ発生時の AE の計測を行った。試験は、写真-1 に示すように油圧サーボ式試験機を用いて行った。

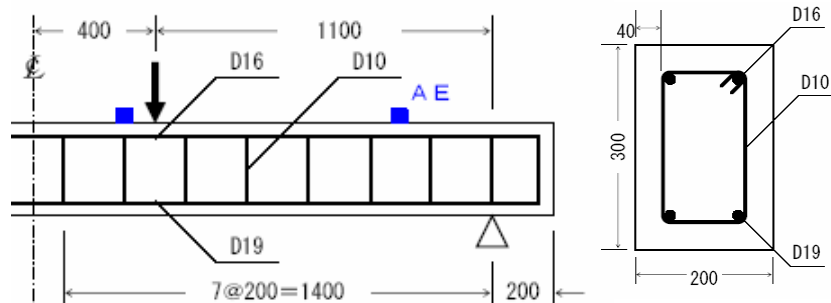


図-1 試験体の諸元 (単位: mm)



写真-1 載荷試験の状況

3. ひび割れの進展に関するエネルギー評価

図-2 に示す荷重と変位の関係において、ひび割れの進展前後における変位が u と u' となるとき、図中の網掛けの面積がひび割れの進展に寄与するエネルギー（以下、「進展エネルギー」とする）とされている¹⁾。このときのひび割れは、部材の発生したひび割れ面積で定義されるが、本研究では試験体下面において π 型変位計で計測したひび割れ幅で代表させた。載荷試験結果から、進展エネルギーとひび割れ幅の関係、および進展エネルギーと AE 事象のエネルギー²⁾との関係について検討を行った。

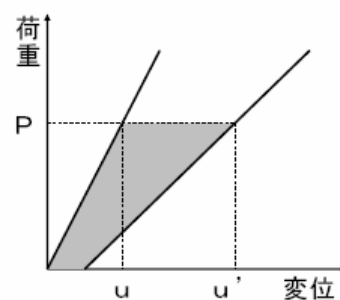


図-2 ひび割れの進展に寄与するエネルギー

キーワード RC 部材, 健全度, ひび割れ進展, AE

連絡先 〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3 東電設計株式会社 技術開発本部 TEL 03-4464-5642

〒153-8505 東京都目黒区駒場 4-6-1 東京大学生産技術研究所 TEL 03-5642-6393

4. 試験結果

載荷試験から得られた支間中央のたわみと荷重の関係を図-3に示す。載荷では、ひび割れ発生時、引張側の鉄筋のひずみが100, 500, 1000 μ 、および鉄筋降伏時に一旦、除荷している。それぞれの時までの進展エネルギーの累積値と、総ひび割れ幅および累積AEエネルギーとの関係をそれぞれ図-4と図-5に示す。なお、総ひび割れ幅とは、試験体に発生した14本のひび割れ（写真-2 中矢印で表示）の幅の合計であり、累積AEエネルギーは設置した全4チャンネルで検出されたものの合計である。これらの結果から、進展エネルギーとひび割れ幅、あるいはAEエネルギー（ひび割れに伴って発生する弾性波のエネルギー）との間には線形に近い関係があることが分かる。

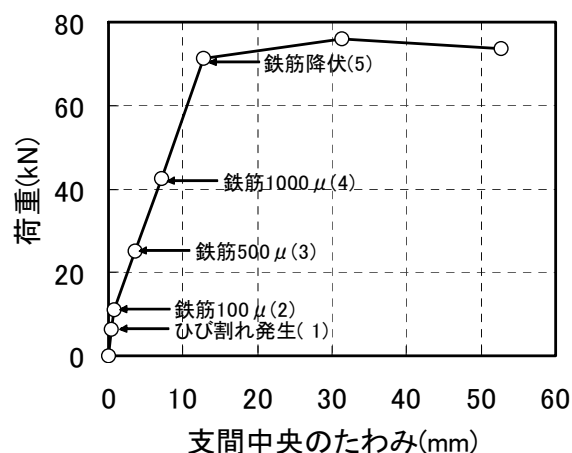


図-3 荷重と支間中央のたわみの関係

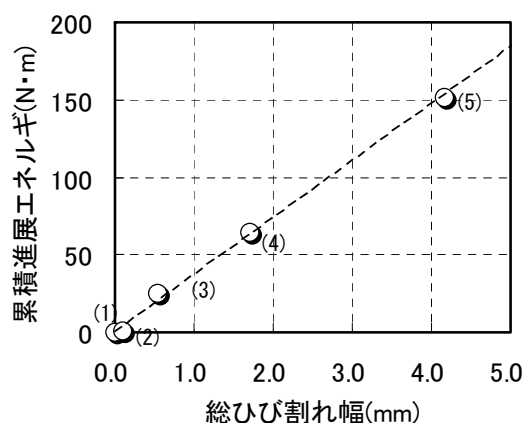


図-4 累積進展エネルギーとひび割れ幅の関係

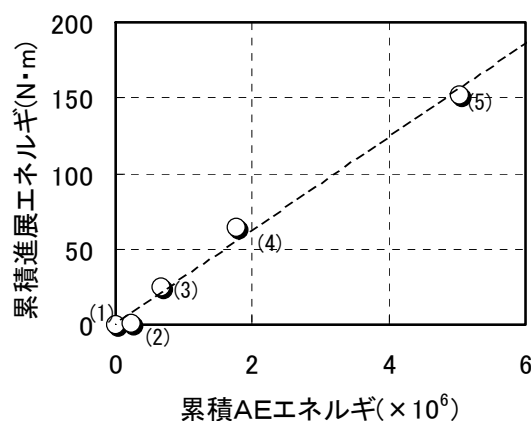


図-5 累積進展エネルギーとAEエネルギーの関係

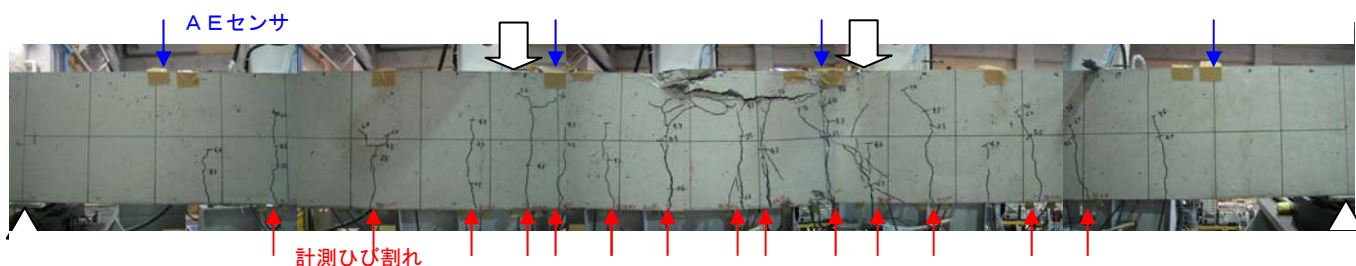


写真-2 載荷終了後のひび割れ状況

5. おわりに

本検討から、ひび割れの進展に寄与する進展エネルギーと、ひび割れ幅あるいはAEエネルギーとの間には線形に近い関係が存在することが明らかとなった。このことは、ひび割れの進展によってRC部材が破壊に至るまでのエネルギーが断面・配筋などから予測できれば、その値から推定したひび割れ幅と、計測されたひび割れ幅との比較から部材の健全度（破壊に対する裕度）を評価することが可能であると考えられる。また、ひび割れの増加やそのときのAE事象が部材の健全度の低下に対して有意なものであるかどうかの判断材料になることも考えられる。今後は、疲労試験においても同様な評価を実施していく予定である。

謝辞 本研究は、(財)道路保全技術センターと東京大学生産技術研究所とで実施した共同研究において実施した載荷試験で作製した試験体で行ったものであり、ここに関係各位のご協力に深く感謝の意を表します。

参考文献 1)岡村弘之：破壊力学と材料強度講座－1 線形破壊力学入門，pp. 49～53，培風館，2002. 2)魚本健人監修：コンクリート構造物の検査・診断－非破壊検査ガイドブック－，pp. 60～62，理工図書，2003.