

撤去された RC 桁の耐荷試験におけるアコースティック・エミッション解析

国立大学法人熊本大学 学生会員 桑原 真治
 国立大学法人熊本大学 学生会員 大野 健太郎
 国立大学法人熊本大学 正会員 重石 光弘
 国立大学法人九州大学 正会員 山口 浩平

1. はじめに

現在、私たちが利用している道路橋は、供用年数が 50 年以上のものが全体の 1 割以上に達し 30 年後には 5 割以上を占めることが予想される。今日の財政事情を考えたとき、これらの道路橋をいかに維持管理していくかが今後重要な課題となる。

そこで、長年供用されて解体に至った道路橋のサンプルを、強度試験などの実験を行い、データを収集し、まだ供用されているコンクリート構造物にフィードバックすることが必要であると考えられる。

ここで、コンクリート構造物の健全性診断の方法の一つに、アコースティック・エミッション法 (AE 法) がある¹⁾。本研究では、解体に至った RC 橋の桁を切り出し、載荷試験を行い、同時に AE 計測を行って AE 法による載荷による桁の損傷過程の観察を行った。そして、NDIS2421²⁾に策定されている AE パラメータである Calm 比と Load 比に基づいた AE 法によるコンクリート橋梁の健全度評価と、製品管理の際に製品の故障の発生確率をモデル化したワイブル分布をコンクリートの AE 発生挙動に適用することを試みた。

2. 実験概要

実験には、図-1 に示す撤去された道路橋の RC 桁部から桁高 970mm、スパン 8400mm、フランジ幅 1000mm、フランジ厚 220mm、ウェブ幅 470mm、ウェブ高 750mm で切り出した解体桁を用いた。



図-1 RC 桁の耐荷試験

解体桁の載荷方法は支間中央から 1 m 離れた 2 点を載荷点とした 4 点曲げ繰り返し載荷試験とし、その際に、桁側面に設置した 6 個の AE センサによって、解体桁より発生する AE 波を検出した。載荷はコンクリートの下縁にひびが入る 300kN までを 3 回繰り返し、その後漸増で破壊まで載荷した。

3. 実験結果、考察

漸増繰り返し載荷試験の載荷荷重と、その時に得られた AE ヒット数を図-2 に示す。

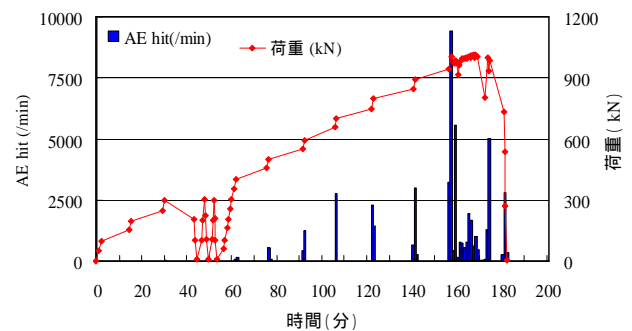


図-2 荷重と AE HIT 数の関係

これを見ると、漸増繰り返し載荷を行った 300kN までの載荷ではほとんど AE は発生していないことがわかる。これは、図-2 のスケールによって AE ヒット数がみえないわけではなく、実際に AE はほとんど発生していない。このことから、この解体桁において供用中に 300kN 以上の荷重を受けたことがあると考えられる。つまりカイザー効果が成立していると考えられる。

繰り返し荷重 (0~300kN) 後の 400kN 以降から多数の AE が検出され始めていることから、このとき、内部の微小破壊が進行し始めたと考えられる。また、900kN 以降、AE が断続的に検出されていることから、内部の微小亀裂が多量に発生し、進展している過程であると推測される。その後、荷重が

1000kN をピークに、特徴的な AE ヒット数が確認できることからこのとき、構造全体の降伏に至ったと考えられる。後述する解析では、その割合を Calm 比として求め、各载荷段階における解体桁の健全度の定量的な評価を検討する。

三回の繰り返し载荷試験において AE センサで計測された AE データより求めた Calm 比と Load 比を、表-1 に示す。

表-1 繰り返し载荷での Calm 比と Load 比

	AE ヒット数	除荷時の AE ヒット数	Calm 比	Load 比
繰り返し	39	1	0.026	
繰り返し	13	2	0.154	0.677
繰り返し	5	1	0.200	0.665

Calm 比と Load 比の結果より、NDIS2421 に記載されているような健全度が低くなるにつれて Calm 比が上がり Load 比が下がるという傾向は見られない。これは、ピーク荷重が 300kN という段階のみで繰り返し载荷を行ったため、前述したようにカイザー効果が成立していると考えられる。この状態では载荷時の AE ヒット数が少なく、Load 比に傾向を見ることができなかつたためである。Calm 比が微小に増加していることからカイザー効果が成立していることを示している。よって、300kN の他にも、荷重別に繰り返し载荷を行い、Calm 比 Load 比ともに荷重の増加に伴う変化を評価する必要がある。

図-3 は繰り返し载荷後の 0~最大までの载荷において、荷重を応力レベルで表したワイブル分布に基づいて解析を行った結果である。ワイブル分布は物体の破壊データ解析に用いられ、故障率を(1)式で表すことができる。

$$F(x) = 1 - e^{-x^m} \quad (1)$$

本研究では $F(x)$ を AE 発生確率関数、 x を応力レベルとする。(1)式より $Y = mX - \alpha$ の直線で近似し、縦軸 (Y) はコンクリート供試体の破壊確率、横軸 (X) は応力レベルを表している。 m 値が $m < 1$ の時「初期故障型」、 $m = 1$ の時「偶発故障型」、 $m > 1$ の

時「磨耗故障型」となる。図-3 より $m = 6.0643$ であり磨耗故障型といえ、破壊に対する信頼性は高いといえる。

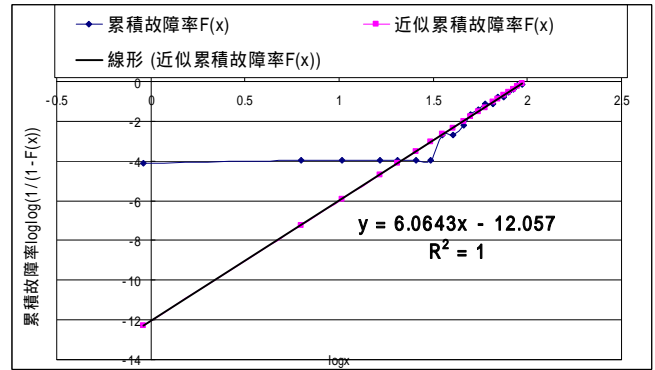


図-3 ワイブル確率紙

また、各チャンネル別の AE 発生確率関数をワイブル分布で表し m 値を比較した。

表-2 からわかるようにチャンネルが中心に向かうにつれて m 値が低くなっていることから、桁の中心部のコンクリートの品質が低くなっていることがわかる。

表-2 チャンネル別 m 値

	1ch	2ch	3ch	4ch	5ch	6ch
m 値	7.16	7.25	4.25	5.54	6.13	7.15

4.まとめ

Calm 比と Load 比を用いた解体桁の健全度の評価では、繰り返し载荷の段階を増やさなければ健全度の推移がわかりにくいことが伺えた。また、ワイブル分布による解析では、品質の評価だけでなく、供用年数やコンクリート配合の異なるサンプルと m 値の比較を行う必要がある。これらの課題を踏まえて、実用された道路橋の解体桁の AE 法による評価を試みることがよりよいデータの収集に繋がると考えられる。

参考文献

- 1) 大津政康: アコースティック・エミッションの特性と理論, pp.27 - 38, 2005.
- 2) (社)日本非破壊検査協会: コンクリート構造物のアコースティック・エミッション試験方法 (NDIS2421), 2000.8.