

鉄筋コンクリート道路橋におけるアコースティック・エミッション計測

熊本大学大学院自然科学研究科	学生会員	○中島 猛
熊本大学工学部	正会員	重石 光弘
熊本大学工学部	正会員	友田 祐一

1. はじめに

構造物の維持・管理業務において重要な役割を果たすモニタリング技術の一つとしてアコースティック・エミッション(AE)計測がある。しかし、AE 法を実構造物に適用するための標準的な計測方法が確立しているとは言い難く、また、実績例も少ない。そこで本研究では、道路橋の健全性評価に対する AE 計測の適用性について検討するために、45 年間供用されてきた一般国道鉄筋コンクリート(RC)道路橋における AE 計測を実施した。今回の AE 計測は、通常供用中における常時交通荷重状態と、交通規制を行った上での重量車両を用いた走行試験による移動載荷状態にて実施した。これらにより、道路橋の異なった載荷状態が AE 計測結果に及ぼす影響について検討することとした。

2. 実験概要

2-1. 常時交通荷重状態における AE 計測

図-1 に示すように、G4-G5 間の床板中央部に P1 から支間中央部にかけて 5 個の AE センサを設置し、道路橋の供用中常時交通荷重下において AE 計測を行った。AE の発生源、エネルギーなどのパラメータを調査し、実際の交通荷重によって発生する AE の挙動について調査することを目的とした。

2-2. 重量車両の徐行による移動載荷状態での AE 計測

交通規制を行った上で、ダンプトラック(約 2kN)とラフタークレーン(約 5kN)を用いて載荷を行った。G4-G5 間の床板中央部に載荷車の右車輪を位置するようにし、P1 から P2 に向かって徐行させた際の AE 計測を行った(図-2)。その際、載荷車の後輪が AE センサ 3ch の真上に来た位置で一旦停止させ、AE センサと同じ位置の鉄筋ひずみを計測した。

2-3. 重量車両の緩行による移動載荷状態での AE 計測

徐行載荷試験と同様の位置を比較的速い速度で走行させた。また、載荷車の走行時に計測された AE センサ 1ch, 3ch, 5ch の位置にある鉄筋ひずみの最大値を計測した。

3. 実験結果

3-1. 常時交通荷重下の AE 計測結果

図-3 に各チャンネルで検出された AE のエネルギーの総和を示す。1ch においてエネルギーが顕著に大きくなっている。これは 1ch が P1 継ぎ手部の近傍にあるため、A1 側からの車両(一方通行)の継ぎ手部における瞬間的な車輪の乗り移りおよび乗り上げが、橋体に対して衝撃的な負荷を与えて

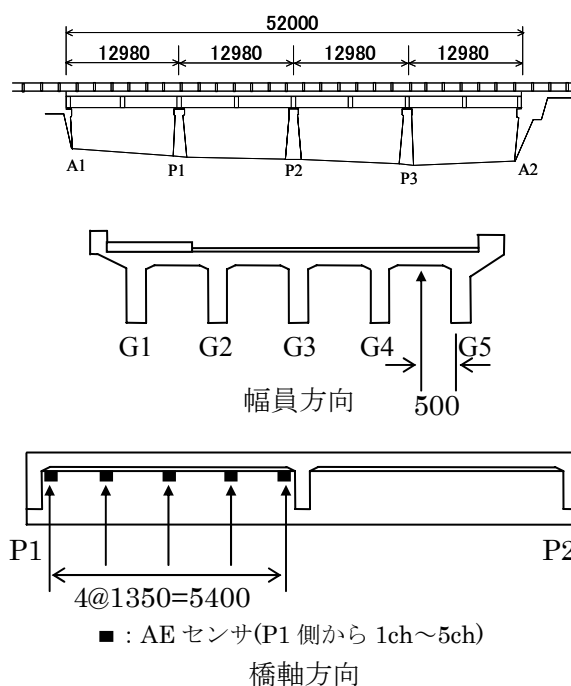


図-1 AE センサ配置状況

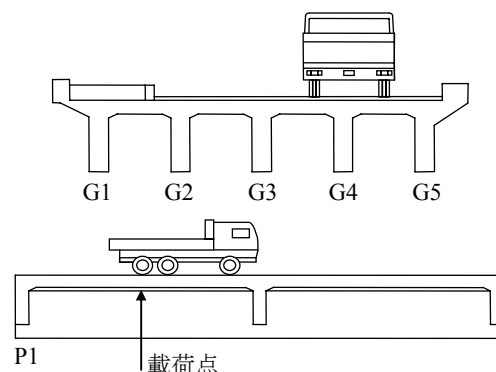


図-2 載荷状況

モニタリング, 維持管理, 鉄筋コンクリート, アコースティック・エミッション

〒860-8555 熊本市黒髪2丁目39番1号 TEL 096-344-2111 (代表)

いることが原因と考えられる。また, 2ch から 5ch にかけては, 5ch に近づくにつれてエネルギーが大きくなっている。これは支間中央に近づくにつれて曲げたわみが大きくなり, 車両による橋体の変形量に相当するものと考えられる。

3-2. 重量車両徐行載荷試験結果

図-4, 図-5 にダンプトラック及びラフタークレーンによる載荷において発生した AE の各チャンネルにおけるエネルギーの総和と鉄筋ひずみを示す。AE エネルギー, 鉄筋ひずみともに, また, いずれの場合も 3ch の位置で顕著に大きくなっている。測点が主桁間の床版部であることから, このようなほぼ静的な載荷状態では, 横桁による拘束を受ける支間中央部の 5ch よりも 3ch の部位において大きなひずみが生じていることが推測される。また, 1ch におけるエネルギーは供用中の値に比べて非常に小さくなっており, 載荷車の移動が低速であるために, 継ぎ手部での衝撃的な負荷が生じていないためと考えられる。

3-3. 重量車両緩行載荷試験結果

図-6, 図-7 に, AE の各チャンネルにおけるエネルギーの総和と鉄筋ひずみを示す。鉄筋ひずみを見ると, 徐行載荷試験時に比べて 1ch と 5ch の値が大きくなっており, チャンネルごとの差は小さくなっている。またエネルギーも同様に 1ch, 5ch で大きくなっていることがわかる。エネルギーの傾向を考えると, 動荷重の走行速度を上げたことにより 1ch の値が大きくなっており, 更に上げると常時交通荷重下で得られた結果に近づくことと予想される。

4. まとめ

本研究では3つの異なる載荷状態の下で AE を観察したが, 常時交通荷重下と重量車両の走行による移動載荷試験下においては, それぞれ異なる AE 挙動が確認された。常時交通荷重下においては, 車両の乗り移りに伴うと思われる継ぎ手部 1ch と曲げたわみが大きくなる支間中央 5ch において非常に多くの AE のエネルギーが確認されたが, 重量車両による移動載荷試験においては, それらが小さかった。ただし, 徐行走行試験と緩行走行試験を比較すると, 走行速度がより速い緩行の場合は, 1ch と 5ch の AE 挙動が大きかった。これらの車両走行速度の差異は橋体の負荷状態にも差異を及ぼすものと考えられ, 実際における橋梁の供用状態では, その多くの負荷は車両による動的あるいは衝撃的な荷重を主な原因としていることを勘案すれば, そのような荷重を受ける箇所こそ疲労損傷が生じやすく, AE が観測されるものと思われる。一方, 車両走行試験による場合では実際の供用中と異なる AE 挙動となることも十分にあり得るため注意が必要である。

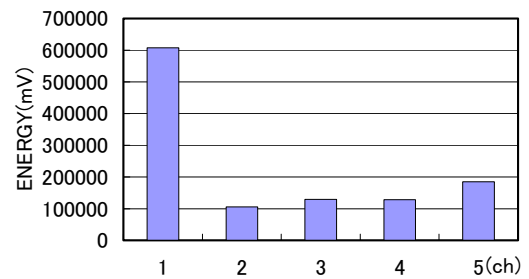


図-3 交通荷重下における
AE エネルギー

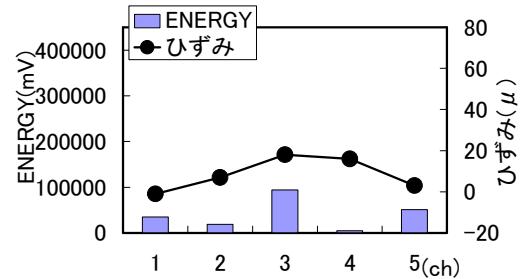


図-4 ダンプトラック徐行載荷

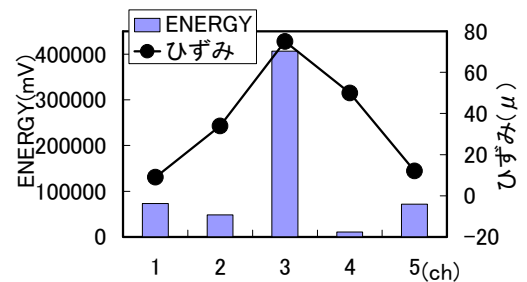


図-5 ラフタークレーン徐行載荷

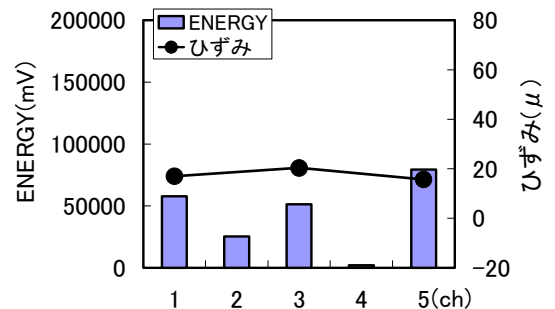


図-6 ダンプトラック緩行載荷

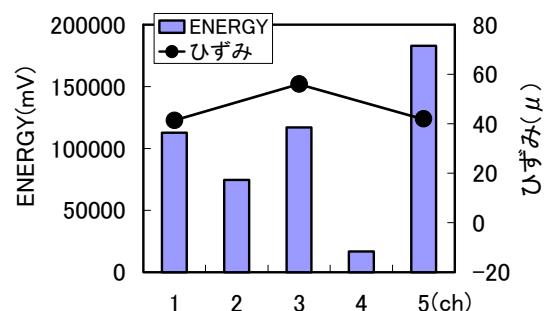


図-7 ラフタークレーン緩行載荷