

RC構造物のひび割れ診断

A Study on Inspection of Cracks in RC Structures

桑名 昇

Noboru KUWANA

川田建設㈱土木保全事業部工事事務課

島辺 政秀

Masahide SHIMABE

川田建設㈱土木保全事業部工事事務次長

竹瀬 敏郎

Toshio TAKEBUCHI

川田建設㈱土木保全事業部工事事務課

非破壊試験による構造物内部の劣化診断方法として、超音波試験（弾性波入力法試験）とAE法試験があります。これらの方法は、鋼構造物の診断において、その材料特質が薄肉で均質材料であることから、弾性波の乱反射や波形エネルギーの減衰が少なく定量的な判断が可能のため、正確な診断が行えること等の理由から、現在多く実用されています。一方RC構造物は、複合材料であるため弾性波が乱れる等の理由から、測定値の解析が複雑で難しいため、実用的にはあまり用いられてなく、その方法および基準を模索しているのが現状です。

今回、診断対象としたRC構造物は図1のとおりで、直径2mの橋脚側面に発生しているひび割れに対して、上記に挙げた非破壊試験の結果から、ひび割れの診断を行い、RC構造物に対する実用性の確認を行いました。

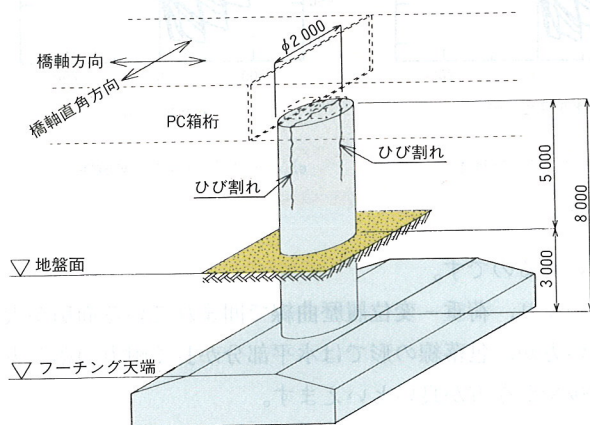


図1 調査橋脚一般図

弾性波入力法試験

この非破壊試験は、構造物の表面から何らかの方法で弾性波を入力し（今回は電圧、シュミットハンマー等を入力）、コンクリート内を伝達した後の波形エネルギーの減衰量から、コンクリートの品質、内部劣化度、ひび割れ深さ等の診断を行うものです。

(1) 試験方法（弾性波入力法）

弾性波入力位置の反対側にCH1～5のセンサを設置し、CH6は基準となるセンサとするため伝達経路の影響を受け難く、ひび割れが存在しない個所に設置しました。診断は、入力した弾性波の伝達率の評価によりひび割れの分布状況の診断を行いました。

伝達率=CH(i)のエネルギー/CH(6)のエネルギー

CH(i)：該当のチャンネル

エネルギー：弾性波の大きさ

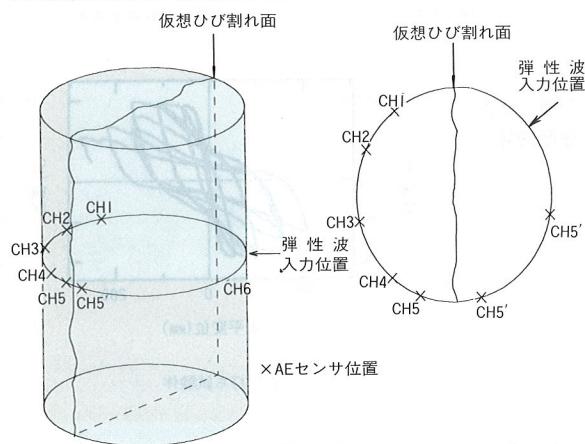


図2 弾性波入力法における入力位置とセンサ位置

表1 弾性波エネルギーの透過率

測定点番号	基準値	CH1	CH2	CH3	CH4	CH5
ひび割れからの円周距離(m)	4.40	0.65	1.30	1.90	2.60	2.80
橋脚上端よりの弾性波発生源からの円周距離(m)	5.70	1.95	2.60	3.20	3.90	4.10
0.40 伝達率(チャンネルNo./CH6×100%)	100	0	0	0	0	0
0.60 伝達率(チャンネルNo./CH6×100%)	100	0	0	0	0	0
0.95 伝達率(チャンネルNo./CH6×100%)	100	0	0	0	1	1
1.30 伝達率(チャンネルNo./CH6×100%)	100	4	0	0	3	6
2.40 伝達率(チャンネルNo./CH6×100%)	100	2	0	0	3	2
3.40 伝達率(チャンネルNo./CH6×100%)	100	13	7	0	8	3
4.40 伝達率(チャンネルNo./CH6×100%)	100	21	8	3	9	4

(2) 診断結果

表1における伝達率=0は、弾性波伝達経路間に開口ひび割れが存在しているため、入力した弾性波が全く伝達していないと推測できます。また、微少な伝達率を示す個所においては、伝達経路間における微少ひび割れ、骨材等による弾性波の乱反射の影響によるものと推測できます。

以上の診断結果から推測できる、ひび割れ分布状況を模式図化すると図3のようになります。

弾性波入力試験結果から、劣化診断結果として

- ① 橋脚内部でのひび割れ分布状況の推測ができた。
- ② 推定された分布状況として、橋脚上部においては橋脚全面に分布しているのに対し、下方に向かうに従い徐々に狭く分布していると思われる。

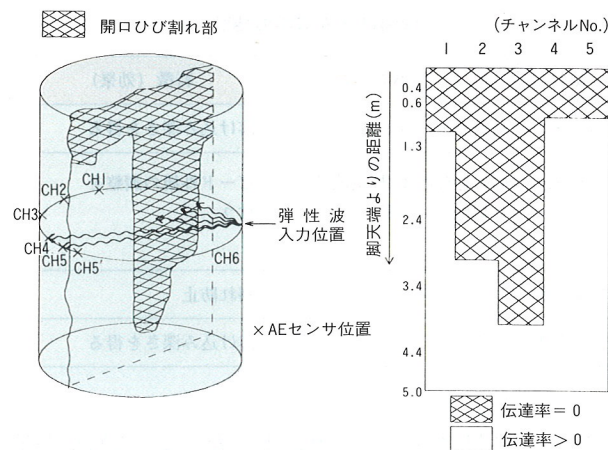


図3 開口ひび割れ領域の判定結果

AE法

(Acoustic Emission Computed Tomography)

この試験方法は、構造物に対し車両通行のような活荷重などの外的負荷による振動作用により、ひび割れ個所に発生する弾性波を計測し、その発生頻度、エネルギー量の評価により、内部劣化進行状況の診断を行うものです。

(1) 試験方法 (AE法)

AE波検出センサを図4のように配置し、それぞれのセンサが検出した弾性波発生数と、その波形エネルギー

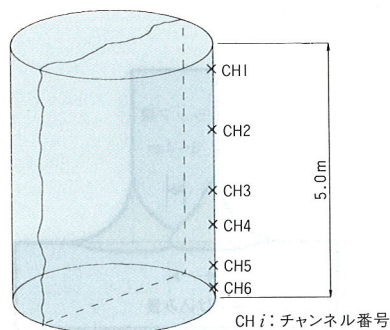


図4 AE計測におけるセンサ配置図

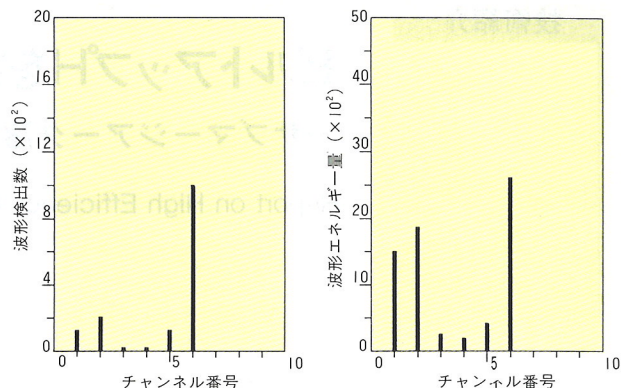


図5 AE計測により得られた活動度

量により、ひび割れ状況の診断を行いました。

(2) 診断結果

弾性波発生数と波形エネルギー量を見ると、CH1、2におけるエネルギー量が多いがその発生頻度は少なく、1波形当たりのエネルギー量が多いことを表しています。これは、活荷重作用時におけるひび割れ面どうしの摩擦により、大きなエネルギーを持つ弾性波が発生したものと推定できます。

CH6では、波形検出数、エネルギー量がともに高い値を示しており、弾性波がCH6付近において多く発生していると考えられます。

AE法試験結果より、ひび割れ状況の診断を行うと次のようになります。

- ・CH6付近（橋脚天端より5m）において、多くの弾性波とエネルギー量の確認から、CH6付近がひび割れの先端付近と推測され、ひび割れ活動が進んでいると思われる。

まとめ

今回の弾性波入力法、AE法試験の2つの非破壊試験により判断された結果をまとめると次のようになります。

ひび割れは、橋脚天端より1.3m付近まで橋脚全面に分布しており、活荷重作用時にはひび割れ面同士が、接触している個所もあります。また、ひび割れは下方に向かうに従い徐々に狭く分布し、先端個所は橋脚天端より5.0m付近に存在し、現在もひび割れが進行しています。

診断終了後、補修工事の一貫として橋脚天端より1.5mまで、ハッキリとした結果、今回の診断結果とひび割れ分布状況が一致していることがわかりました。

今回の診断結果から、非破壊試験のRC構造物に対する実用化の可能性は高く、今後その方法および解析技術の進歩により、実用性の向上がなされるものと考えられます。