

コンクリートの自己治癒効果の評価への AE 法の適用に関する基礎的研究

名古屋大学

学生会員 ○加納 崇壮, 姜 忠賢

名古屋大学大学院

正会員 国枝 稔, 上田 尚史, 中村 光

1. はじめに

近年、コンクリートの自己治癒という現象がコンクリート構造物における有効な補修技術の一つとして明確に位置づけられるようになってきている。メカニズムの解明や効果の確認に関する様々な研究が行われているが、AE(Acoustic Emission)法¹⁾を利用したものはまだ少ない。

本研究では破壊エネルギー試験を用いた自己治癒効果を確認する実験において、内部のひび割れから発生する AE を調べることによって、コンクリートの自己治癒の評価を試みた。

2. 実験方法

対象としたコンクリートは、自己治癒に効果があるとされているフライアッシュコンクリートと UHP-SHCC (超高強度ひずみ硬化型セメント系複合材料)²⁾の 2 種類である。フライアッシュコンクリートは水セメント比 0.45 とし、フライアッシュ(Ⅱ種)を外割りでセメント体積の 20% 添加した。作製した供試体は $100 \times 100 \times 400 \text{ mm}$ の寸法とし、中央部に導入した切欠きの深さは 33mm である。

図-1 に示すような 3 点曲げ載荷試験を実施し、試験体の初期載荷を行い、ひび割れを導入し、 20°C の水中養生を行った。この時のひび割れの程度は、切欠き下端部に設置したクリップゲージによる開口変位(CMOD)が 0.05 mm になった段階とした。そこで除荷を行い、除荷直後に 2 次載荷を CMOD が再び 0.05 mm となるまで行い、再除荷した。その後、 20°C の水中にて 14 日間再養生を行った。養生後の 3 次載荷についても、初期載荷時と同様とした。

既往の研究により提案されている 2 次載荷と養生後の 3 次載荷の荷重-CMOD 曲線の初期剛性の変化³⁾に加えて、初期載荷時の 1 次載荷および 2 次載荷、また、養生後の 3 次載荷の際に検出された AE の分析を通して、自己治癒効果の評価を試みた。なお、図-1 に示すように、AE センサーは、表面に 4 ヶ所、裏面に 2 ヶ所貼付した。

3. 実験結果

実験より得られた荷重-CMOD 曲線を図-2、図-3 に示す。養生前後の初期勾配変化を見てみると、初期勾配比が UHP-SHCC で 1.08、フライアッシュコンクリートでは 1.15 であり、わずかではあるが剛性が回復した。

図-4、図-5 に各載荷段階において発生した AE の位置評定結果を示す。UHP-SHCC では、高強度モルタルマトリクスであり、曲げひび割れが脆性的に発生することから、同一変位でのひび割れ進展長さが粗骨材を含むコンクリートよりも長い。AE 位置評定結果からも、フライアッシュコンクリートでは、リガメント下部により多くの AE が検出されているが、UHP-SHCC では、リガメント上部でも多くの AE が検出された。

自己治癒の効果に関しては、UHP-SHCC、フライアッシュコンクリー

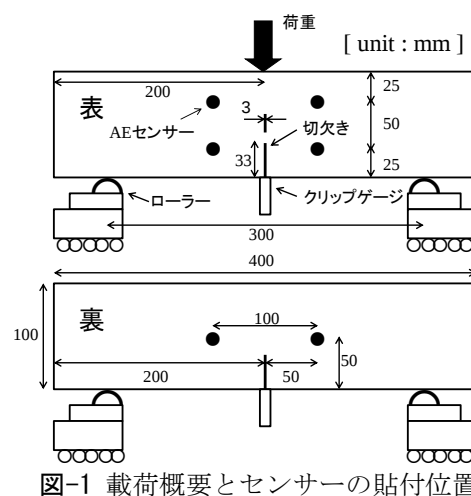


図-1 載荷概要とセンサーの貼付位置

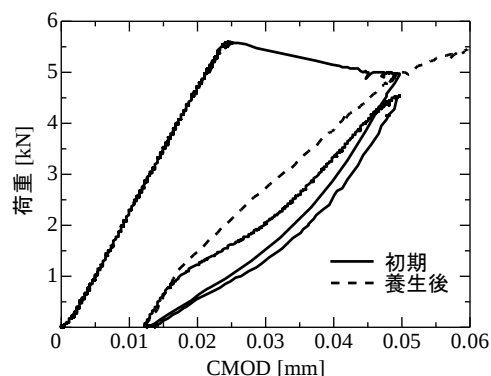


図-2 UHP-SHCC の荷重-CMOD 曲線

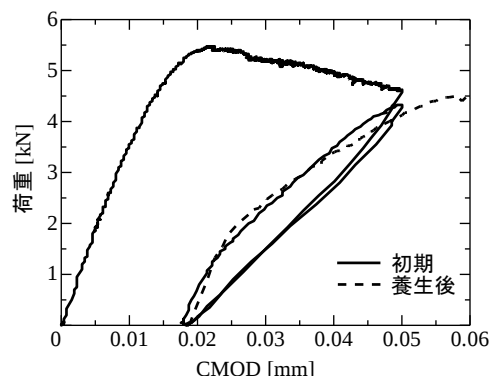


図-3 フライアッシュコンクリートの荷重-CMOD 曲線

トの違いによらず、2次载荷では、既に発生したひび割れの開口が卓越するため、カイザー効果が認められ、発生するAEは少ない。しかし、3次载荷の特に最大荷重を呈するまでにAEが発生していることから、再養生によって自己治癒したものと推察される。

図-6に各段階で発生したAEの平均周波数を示す。フライアッシュコンクリートは、1次载荷で発生したAEの周波数に比べて、養生後に発生したAEの周波数が低く、ピークに達すると、再度周波数が大きくなっている。これは、ひび割れを閉塞した生成物の強度(剛性を含む)が低く、健全部のコンクリートに比べて破壊時に発生するAEのエネルギーが小さいことに対応していると推察される。一方、UHP-SHCCに関しては、载荷が進むにつれて周波数が低くなっている。これは、1次载荷ではモルタルマトリクスの破壊が卓越し、再養生後の载荷では、ひび割れを閉塞させた生成物の剛性が低いことに加えて、モルタルマトリクスの破壊ではなく、繊維の引き抜きが卓越した破壊に移行していく破壊挙動によるものと推察される。

4. まとめ

本研究では2種類の異なるコンクリートにおいて3点曲げ载荷試験を行い、AE法を用いて自己治癒の評価を行った。今後はヒット数やイベント数などの情報にも着目するとともに、データの充実をはかっていく予定である。

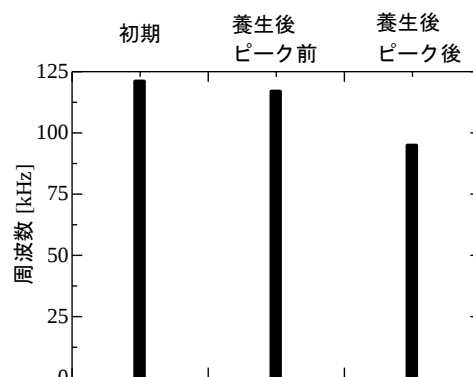


図-4 UHP-SHCC の各段階での周波数

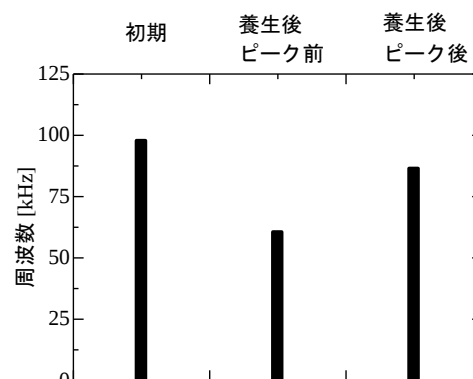


図-5 フライアッシュコンクリートの各段階での周波数

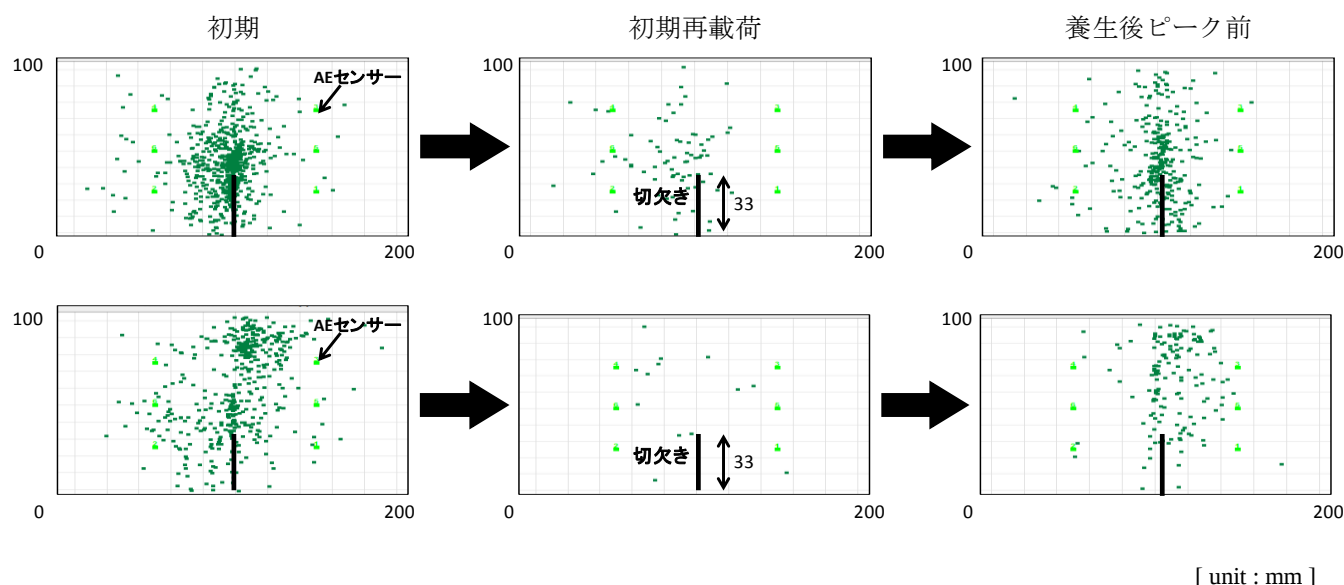


図-6 各供試体での AE 位置評定

(上 : UHP-SHCC, 下 : フライアッシュコンクリート)

5. 参考文献

- 1) 大津政康 著, アコースティック・エミッションの特性と理論-構造物の診断と破壊現象解析-, 森北出版
- 2) 国枝稔, 志水康祐, 江口輝行, 上田尚史, 中村光: 超高強度ひずみ硬化型モルタルの基礎物性と補修材料としての利用法, 土木学会論文集, Vol67, No.4, pp.508-521, 2011
- 3) 姜忠賢, 国枝稔, 上田尚史, 中村光: フライアッシュコンクリートのひび割れ 自己治癒効果に関する基礎的研究, 土木学会第 66 回年次学術講演会講演概要集, V-018, pp.35.36, 2011.8