

アコースティック・エミッションを用いた UFC のひび割れ発生強度の測定に関する検討

太平洋セメント(株) 正会員 ○杉山 真悟
 太平洋セメント(株) 正会員 石田 征男
 太平洋セメント(株) 正会員 田中 敏嗣

1. はじめに

超高強度繊維補強コンクリート (以下 UFC) のひび割れ発生強度は、ひずみゲージを用いた割裂引張強度試験により求められているが¹⁾、ひび割れを検出する方法としてはアコースティック・エミッション (以下 AE) を用いることも有効と考えられる。そこで、本実験では、ひずみゲージを用いた測定方法と同等以上の検出精度を有するひび割れ発生強度試験方法の確立を目的としてアコースティック・エミッションを用いた試験方法について検討を行った。

2. 実験概要

AE 計測器の構成を図 - 1 に示す。本検討では、AE 計測器 (PAC 社製) を使用して UFC の割裂引張試験を行い、AE を用いたひび割れ発生強度測定の可否を確認するとともに、最適な測定条件の把握を目的とした。また、従来法で測定したひび割れ発生強度との整合性を確認する目的で、ひずみゲージを使用した実験も並行して行った。なお、本検討では市販の UFC 標準配合粉体 (太平洋セメント社製、密度: 2.82g/cm³) および鋼繊維 (φ0.2×15mm、密度: 7.85g/cm³、2vol%/m³) を用いた UFC を対象とし、φ100×200mm の円柱試験体を使用した。

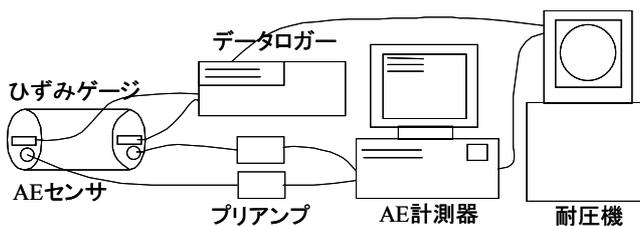


図 - 1 AE 計測器の構成

表 - 1 計測条件の検討における計測器の設定

センサ	UT1000 周波数範囲 (60~1000kHz)
しきい値	65dB
プリアンプ	40dB
アナログフィルター	ハイパス: 10kHz、ローパス: 2000kHz

3. 実験結果

3.1 ひび割れ発生強度の測定に適した計測条件の検討

ひび割れ発生強度の測定に適した計測条件を設定することを目的として、ひび割れ発生時に得られた AE 波形を FFT 処理し、ひび割れ発生時に発生する AE の周波数成分を調べた。計測器の設定を表 - 1 に、結果を図 - 2 に示す。ひび割れ発生時には図 - 2 に示すように 500kHz 以下の周波数成分を持つ AE が多く検出され、特に 100kHz 付近の周波数成分を多く含むことを確認した。そこで、以降の検討では、周波数範囲 50~200kHz、共振周波数 150kHz の R15 センサを使用した。

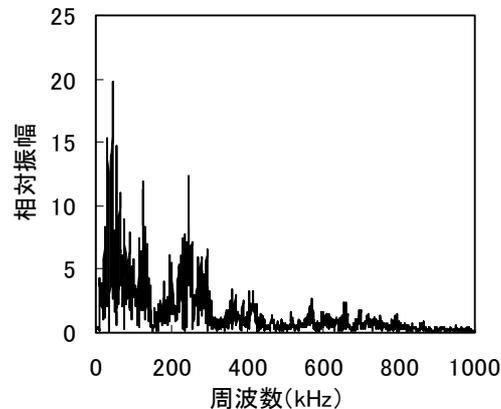


図 - 2 ひび割れ発生時の周波数成分

3.2 各種パラメータとひび割れ発生強度の関係

ひび割れ発生強度の測定に適した AE パラメータを選定することを目的として、AE カウント数、AE の持続時間、振幅、AE エネルギーに着目して検討した。検討に適用した計測器の設定を表 - 2 に、各種パラメータとひび割れ発生強度の測定結果を図 - 3 に示す。AE カウント数、AE の持続時間および振幅の測定結果においては、ひび割れ発生時以外でも高い値を複数検出し

表 - 2 計測器の設定

センサ	R15 周波数範囲 (50~200kHz) 共振周波数 150kHz
しきい値	50dB
プリアンプ	40dB
アナログフィルター	ハイパス: 10kHz、ローパス: 200kHz

ており、これらのパラメータを用いてひび割れ発生強度を特定することは困難と考える。一方、AE エネルギーをパラメータとした場合では、ひび割れ発生時以外に高い AE エネルギーは認められず、AE エネルギーをモニタリングすることで、ひび割れ発生強度を測定することが可能と考えられた。そこで、AE エネルギーのモニタリングによって得られたひび割れ発生強度の測定精度を確認するために、従来のひずみゲージを用いて測定したひび割れ発生強度と比較した。結果を図 - 4 に示す。この結果より、AE 試験により測定したひび割れ発生強度は、ひずみゲージを用いた試験と

キーワード UFC, AE, AE エネルギー, ひび割れ発生強度試験方法

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント(株)中央研究所 TEL 043-498-3902 FAX 043-498-3821

よく一致しており、AE エネルギーをモニタリングすることによって、従来法と同等の精度でひび割れ発生強度の測定が可能であることを確認した。

3.3 試験体内部の AE 発生状況

載荷時に発生した試験体長さ方向の AE カウント数を図-5に示す。左の図は、両端面同時にひび割れが発生したケースであり、AE が試験体全体にカウントされ、ひび割れが均一に発生していることが伺える。右の図は、片面に先行してひび割れが発生したケースであり、試験体内部で AE がカウントされる箇所にもむらが生じ、ひび割れが集中して発生している箇所とそうでない箇所とが存在することが認められた。以上

のことから、試験体内部におけるひび割れ発生位置や頻度などを把握することで、より精度の高いひび割れ発生強度試験の実施とともに、試験結果の分析が可能となる。

4. 結論

本実験ではアコースティック・エミッションを用いた UFC のひび割れ発生強度の試験方法について検討を行った。以下に得られた結論を示す。

- (1) ひび割れ発生時に発生する AE の周波数成分は、500kHz 以下が多く、特に 100kHz 付近の周波数成分を多く含む。
- (2) ひび割れ発生強度の測定に用いる AE パラメータとしては、AE エネルギーを用いることでひずみゲージを用いた場合と同等の精度でひび割れ発生強度の測定が可能である。

(3) 試験時に得られた AE により、試験体内部におけるひび割れ発生位置や頻度などを把握することができ、より精度の高いひび割れ発生強度試験方法を実施することが可能となる。

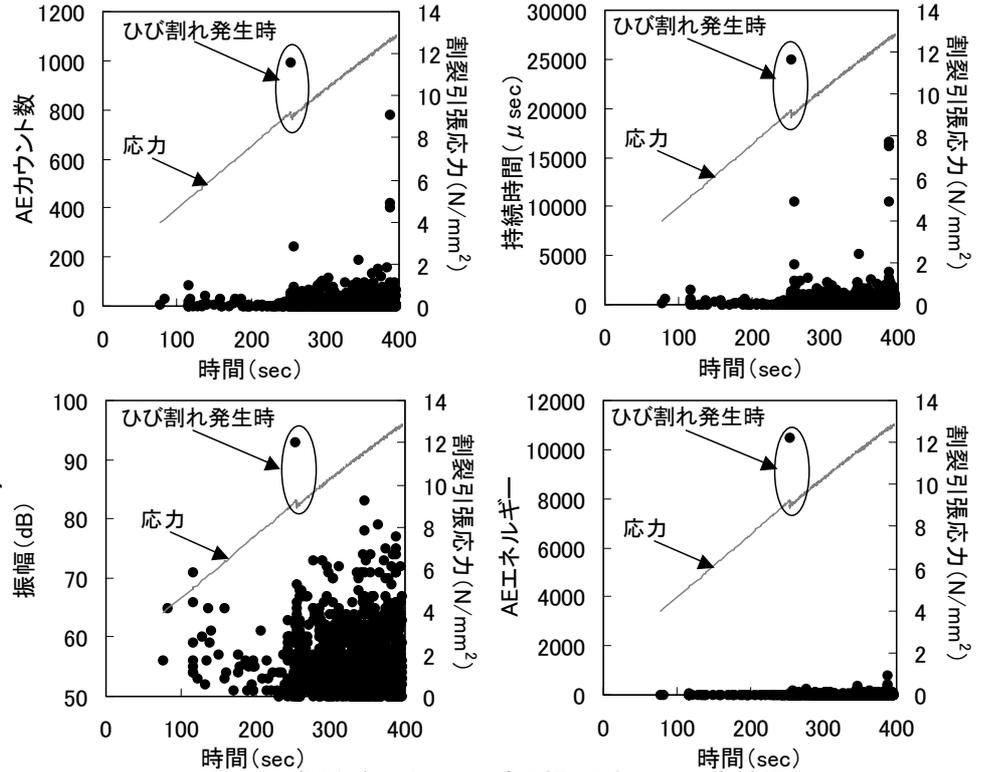


図-3 各種パラメータと割裂引張応力の測定結果

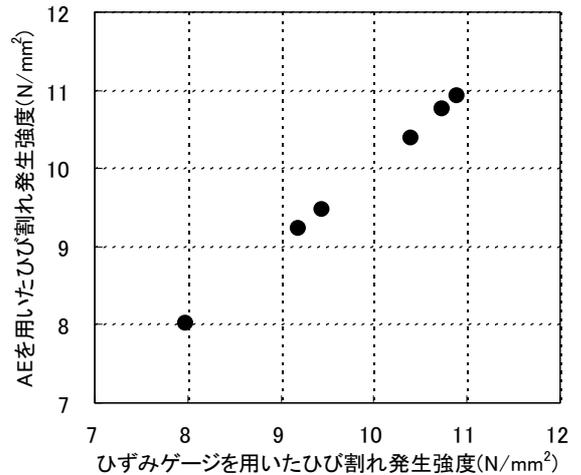


図-4 AE法と従来法の試験結果比較

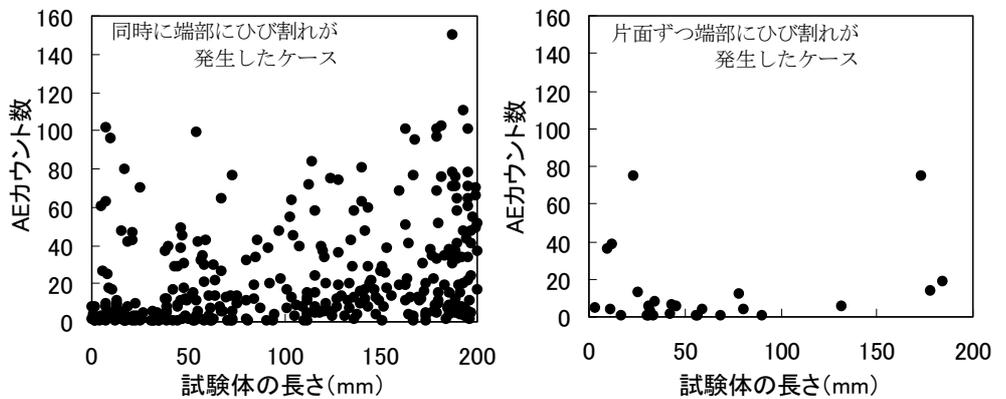


図-5 試験体内部の AE カウント数

【参考文献】

1) 土木学会, 「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針 (案)」, コンクリートライブラリー, No.113, 2005.6