

V-136 非対称載荷時の支圧強度とAE破壊源探査

岐阜大学 正 ○岩瀬裕之
正 小柳 洽
名古屋港管理組合 田渡三高

1. はじめに: コンクリートの支圧強度については従来より種々の角度から研究がなされており、とくに二次元載荷あるいは三次元対称載荷の場合については数多くの実験研究をもとに、支圧強度が圧縮強度ならびに載荷面積と非載荷面積(支圧面積)との比の関数であるとして設計への組み入れがなされている。一方、非対称載荷の場合には対称載荷の場合と異なり、支圧面積の算定方法が問題となるため、対称載荷の場合のような設計に組み込まれる上での明確な結論が必ずしも得られていない。本報は、支圧強度の機構的な解明を行う第一段階として、圧縮強度を引張強度の比率の異なる場合として普通コンクリートと鋼繊維補強コンクリートを対象として三次元対称載荷および非対称載荷を行い、支圧強度と載荷位置ならびに支圧面積との関係について検討したものである。また、載荷時においてAE(アコースティック・エミッション)を用いた破壊源探査を行い、支圧破壊における破壊域を求めた。

2. 実験概要: 供試体は $\phi 15 \times 30$ cmの円柱供試体および $15 \times 15 \times 15$ cmの立方供試体とした。コンクリートには普通コンクリートおよび鋼繊維補強コンクリートの2種類を用いた。鋼繊維補強コンクリートには直径 0.5×30 mmの鋼繊維をコンクリート体積の2%混入した。配合および圧縮(供試体寸法 $\phi 10 \times 20$ cm)、割裂(同 15×15 cm)、曲げ(同 $10 \times 10 \times 40$ cm)の各強度試験結果を表-1, 2示す。載荷は、円柱供試体においては半径7.5cm, 5.3cm, 3.75cm, 2.5cmの鋼製円板によって行った。これらの供試体断面積に対する面積比は、それぞれ1/1, 1/2, 1/4, 1/9になる。また、立方供試体においては一辺15cm(同1/1), 10.6cm(同1/2), 7.5cm(同1/4), 5cm(同1/9), 3.75cm(同1/16)の鋼製正方形板で行った。載荷板の厚さは23mmとした。円柱供試体では中心載荷のみを行い、立方供試体では三次元対称載荷および非対称載荷を行った。非対称載荷における載荷位置は、供試体の供試体中心、一角、縁、および供試体中心と角との中心点、供試体中心と縁との中心点とした。載荷位置を表-3に示す。1つの載荷位置に対して2~8個の供試体を用いて載荷を行い、最大荷重を求めた。AE破壊源探査は5チャンネルのシステムで行った。AE波はプリアンプ(20dB増幅)、ディスクリミネーター(30dB増幅、周波数帯20kHz~80kHz)を通してパソコンのコントロール下にあるウェーブメモリー(サンプリング間隔 $1 \mu\text{sec}$)に記憶させ、これをパソコンに転送させてフロッピーディスクに記録させた。試験終了後にAE波の初動を読み最小自乗法によって破壊源位置を求めた¹⁾。

表-1 配合

コンクリート	W/C	s/a	W	C	S	G	Fiber	Ad.
普通	0.52	0.50	182	350	866	866	—	Cx2%
鋼繊維補強	0.50	0.50	210	420	775	775	157	Cx3%

C: 早強ポルトランドセメント Ad.: PZ No.70 Fiber: S $\phi 0.5 \times 30$ mm

表-2 コンクリート強度

	圧縮強度 (kgf/cm ²)	割裂強度 (kgf/cm ²)	曲げ強度 (kgf/cm ²)
普通	513	41.0	78.5
鋼繊維補強	541	68.5	118.6

3. 結果と考察: 表-3に最大荷重を載荷面積 A_a で除した支圧強度 σ を示す。表中においてはPは普通コンクリートを表し、Fは鋼繊維補強コンクリートを表す。また、Aは土木学会コンクリート標準示方書に基づいて算定した支圧面積である。図-1には円柱供試体における載荷面積 A_a に対する支圧面積 A の比の平方根($\sqrt{A/A_a}$)と強度 σ との関係を示す。図中の直線は、円柱供試体($\phi 15 \times 30$ cm)により求めた圧縮強度 σ_{ck} の点($\sqrt{A/A_a}=1, \sigma=\sigma_{ck}$)と、標準示方書にある($\sqrt{A/A_a} \leq 2, \sigma=\sqrt{A/A_a} \times \sigma_{ck}$)の点を結ぶ線である。中心載荷を受ける円柱供試体の場合、鋼繊維補強コンクリートは普通コンクリートの比べて $\sqrt{A/A_a}$ に対する支圧強度は高くなる。これは、鋼繊維補強コンクリートの圧縮強度に対する引張強度の比率が普通コンクリートよりも高いためであると考えられる。また、 $\sqrt{A/A_a}$ と支圧強度とはほぼ直線関係が成り立っている。図-2(a), (b)には立方供試体における $\sqrt{A/A_a}$ と支圧強度 σ との関係を示す。図中においては●は三次元対称載荷のものであり、○△□はそれぞれ一辺の長さが7.5cm, 5cm, 3.75cm

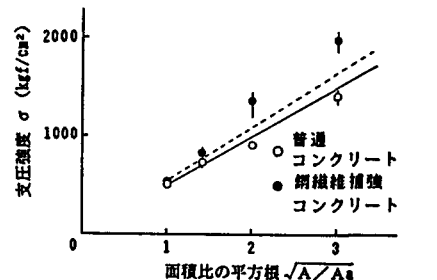
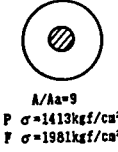


図-1 面積比の平方根と支圧強度(円柱供試体)

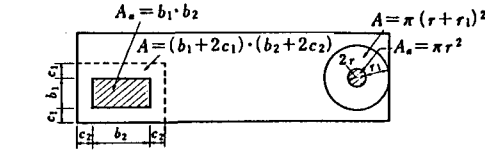
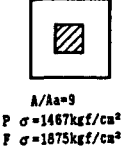
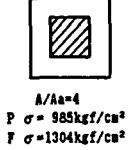
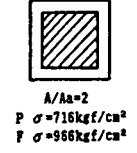
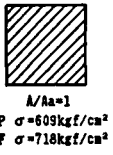
表-3 載荷位置と支圧強度
立方供試体

円柱供試体

中心載荷



三次元対称載荷



支圧面積のとりかた（土木学会コンクリート標準示方書）

非対称載荷

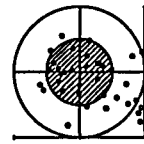
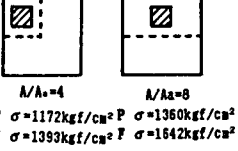
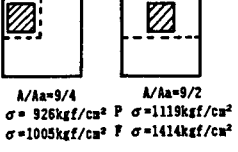
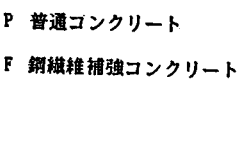
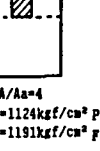
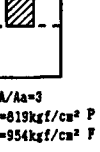
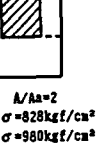
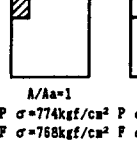
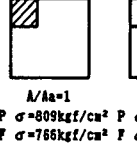
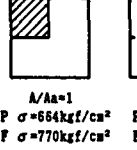
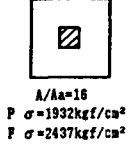
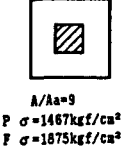
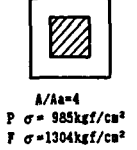


図-3(a) AE破壊源

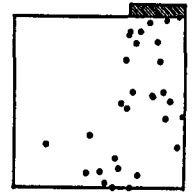
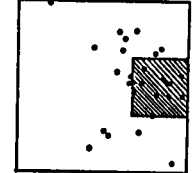


図-3(b) AE破壊源

の載荷板で非対称載荷したものである。非対称載荷の場合、標準示方書に基づいて支圧面積を求め、支圧強度を算定したところ、三次元対称載荷における支圧強度とよく一致した。非対称載荷の場合も $\sqrt{A/Aa}$ と支圧強度とはほぼ直線関係が成り立っている。

図-3 (a), (b)には円柱および立方供試体において求めたAE破壊源位置の例を示す。本AE計測システムは一事象を計測して70ビットに記録するまでに約20秒要するために、連続して発生するAE波や瞬間的に生ずる最終的な破壊面形成時に発生するAE波はほとんど計測できなかった。しかし、(1)円柱供試体の中心載荷では、載荷面積が小さくなるにつれて、破壊源位置が浅くなり載荷板に近づく。また、鋼繊維補強コンクリートを用いたものは普通コンクリートに比べて、破壊源の広がり範囲が狭いとどまっている。(2)非対称載荷の場合でも、AE破壊源は載荷板付近に集中し、試験後に確認された破壊コン近傍に集中している。以上の傾向が認められた。

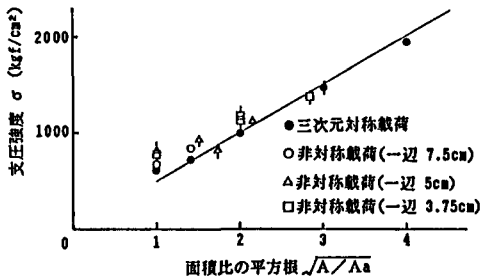


図-2(a) 面積比の平方根と支圧強度（立方供試体：普通コンクリート）

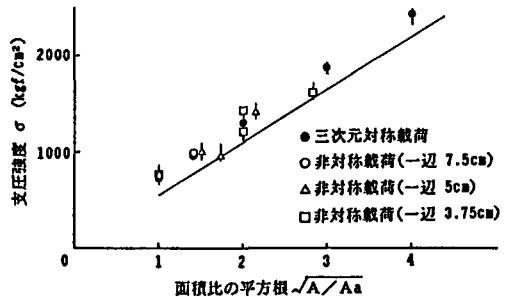


図-2(b) 面積比の平方根と支圧強度（立方供試体：鋼繊維補強コンクリート）

参考文献 1) 大津政康：コンクリート材料におけるアコースティック・エミッション特性とその発生機構に関する基礎的研究
京都大学博士論文 1980