

コンクリートの単純圧縮载荷によるせん断強度試験法に関する研究

防衛大学校 正会員 加藤 清 志

1. まえがき

前報^{1)~3)}までに簡易なせん断試験法とせん断変形特性について報告したが、さらに、圧縮強度を求めると同時にせん断強度を求めることができれば、これにすぐることはない。コンクリートの品質管理上の主要特性値はすべてクリアーされることになり、この分野のブラックボックスも身近な問題として解明される。とくに、コンクリート構造物の耐震性は耐久性とともに世界的な課題のひとつであり、コンクリート技術者の最大関心事と言える。本報告は、このような観点から理論的背景を踏まえつつ実用的せん断強度試験法について論じるものである。

2. 圧縮とせん断载荷時の AE 現象のアナロジー性

一面せん断载荷中の AE を観察中に、圧縮载荷中のそれとさきわめてよく一致することに気付いたもので、それらの AE エネルギー (RMS) および AE 頻度 (Total Counts) を 図-1、図-2 に示す。この場合の破壊モードは、圧裂型引張試験で 圧縮破壊に先行して引張破壊が生起すると同様に、単純圧縮試験で 圧壊に先行して斜めすべりせん断が形成されるという事実思い到る。その理論的背景は次のごとし。

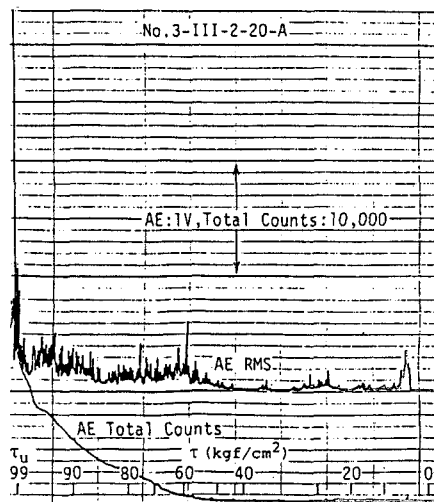


図-1 せん断载荷による AE 現象

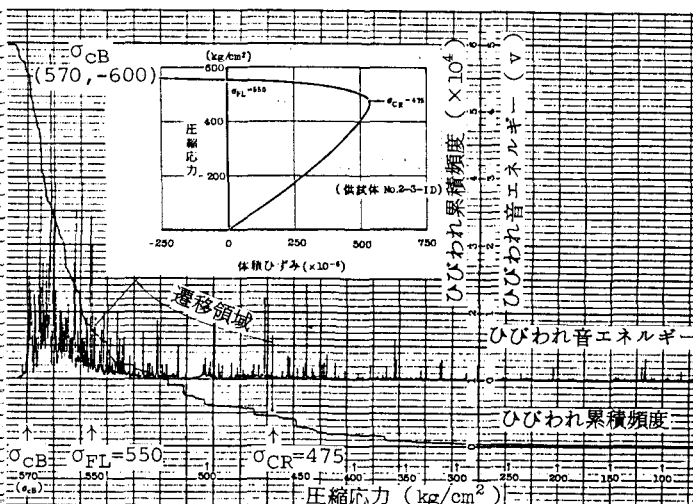


図-2 圧縮载荷による AE 現象

3. 圧縮部材の内応力とせん断すべり角

図-3 に示すように、端面摩擦力があるにしてもサン・ブナンの原理により、切断面では単純応力状態を想定できるので、A を直断面、P を圧縮力とすると

$$\theta = 0^\circ; \sigma = \sigma_{\max} = P/A, \tau = 0.$$

$$\theta = 45^\circ; \sigma = \sigma_{\max} / 2, \tau = \tau_{\max} = \sigma.$$

以上により、理論的には 45° 面上の最大せん断応力により斜めすべりを生じることになるが、実際には見掛けの摩擦抵抗力が作用するため大きな傾斜角を示す。

Navier 説⁴⁾によると、いま、 μ を摩

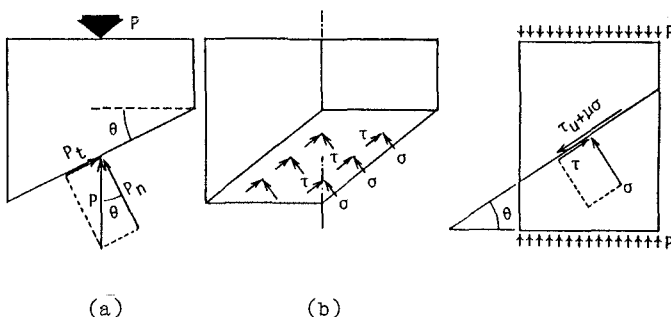


図-3 圧縮载荷による内応力

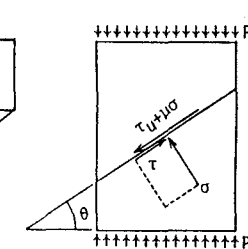


図-4 すべり面上の抵抗力

擦係数, τ_u をせん断強度として, 図-4の
応力状態ですべりが生じる。すなわち,

$$(\tau - \mu \sigma)_{\max} \equiv \tau_u.$$

μ に対する摩擦角を φ とすると,

$$\cot 2\theta = -\mu = -\tan \varphi = \cot(\pi/2 + \varphi),$$

$$\theta = \pi/4 + \varphi/2, \mu = -\cot(\pi/2 + \varphi).$$

理論傾斜角より $\varphi/2$ だけ大きくなる。

圧縮強度を σ_c とすると, せん断強度 τ_u は

$$\tau_u = \sigma_c/2 \cdot \cot \theta.$$

すなわち, 圧縮強度とせん断傾斜角を実測すれば, せん断強度が推定できることになる。また, 一面せん断試験法によると²⁾,

$\tau_u/\sigma_c = -0.200 \times 10^{-3} \sigma_c + 0.240$. [Navier & Kato's Eq. によって, 前2式から $\theta = \cot^{-1}(-0.400 \times 10^{-3} \sigma_c + 0.480)$. ↑]
図-5は圧縮強度とせん断傾斜角との関係を示し, 普通コンクリート強度 200 ~ 400 kgf/cm² に対し, すべり角 $\theta = 68^\circ \sim 72^\circ \approx 70^\circ$ と考えられる。一方, 実測傾斜角をも併記したが, 約 10° 小さく現われている。この事実は, 図-6に示す破壊モードで放出部が上下の剛体部分により圧裂ひびわれし, たが張り抵抗力を持続できないことに起因するものであろう。図-7は 実測傾斜角に 10° の補正を加えて算出されたせん断強度と実測一面せん断強度との関係を示す。両者はきわめてよく一致することがわかる。

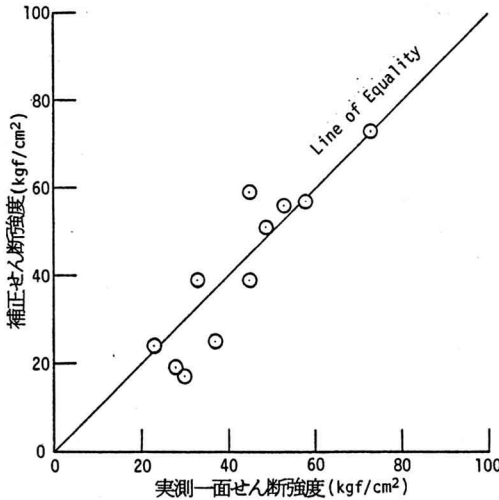


図-7 補正せん断強度と実測一面せん断強度との関係

4. 結論 せん断 AE 現象と圧縮載荷時のそれと類似性があり, 圧縮試験ではせん断破壊が先行するので, すべり角に 10° を補正してせん断強度を求め得る。

<謝辞> 本研究は 山田均事務官, 藤本成之学生の助力によった。付記して謝意を表する。
<参考文献> 1) 加藤・長合: コンクリートの一面せん断強度と供試体形状比に関する研究, 13回関支技研, 昭 61.3, pp. 236-237. 2) 加藤: コンクリートの面内せん断じん性と AE 特性に関する実験研究, 40回セ技, 昭 61.5, pp. 156-157. 3) 加藤: コンクリートの圧縮およびせん断破壊アナロジー特性, 日大生産19回講, 昭 61.12, pp. 60-63. 4) 南日: 材料力学, 上, 養賢堂, 昭 20.9, pp. 14-19.

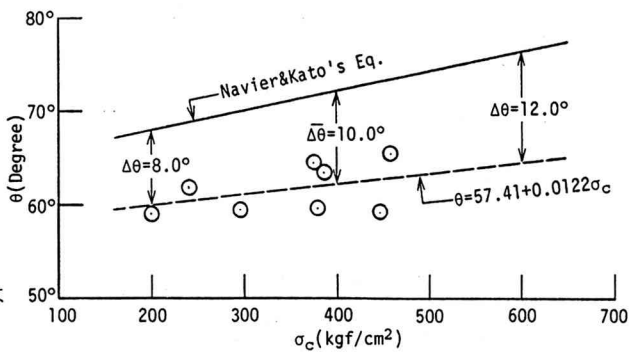


図-5 圧縮強度とせん断傾斜角との関係

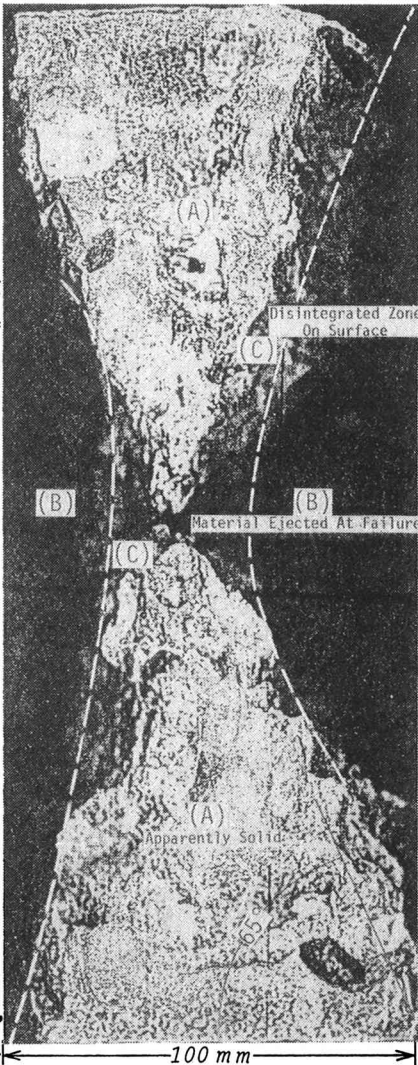


図-6 圧縮破壊とすべりモード