

防大 土木工学教室 正員 加藤 清 志

## 1. 梗概

ブレン コンクリートの物性に大きな影響を与える組織敏感性マイクロクラックには、ボンドきれつ・モルタルきれつ、また最近発見した殻きれつなどがある。

前報において<sup>1)</sup>、モルタル中の急泡を起点として発生するマイクロクラックと、モルタルの応力-ひずみ曲線とを関連づける一つの定性的研究を報告した。その後、さらに定量的検討を試み<sup>2) 3)</sup>、平均圧縮応力-殻きれつ傾度-平均圧縮ひずみ曲線、および、平均圧縮応力-モルタルきれつ長傾度-平均圧縮ひずみ曲線などには、それぞれ互いに密接な関係があり供試体がある圧縮応力レベルに達すると、応力-ひずみ曲線が直線から deviate し始めるが、この近傍から気泡殻きれつまた骨材粒子界面のボンドきれつが、他のそれらと連繋してモルタル マイクロクラックが形成される。一度モルタル クラックが発生・生長すると、直線的に増殖して来た殻きれつはその傾度勾配を低下させ、あたかも互いに肩代わりするかのように挙動する。これは、殻きれつも含めてモルタル クラックなどの破面生長エネルギーに累加圧縮応力が費やされ、新たな殻きれつ発生のためのひずみエネルギーがいくぶん緩和されることに基づくであろう。供試体はモルタル クラックが殻きれつや粒間破壊に促がされて生長し、破壊に至つたものと論じた。

本報告では、「静的動的载荷におけるコンクリートの力学的挙動を説明するための鍵となる」と書評<sup>4)</sup>された殻きれつを中心とするマイクロクラックを、ニートセメントペーストについて実験考察したもので、とくに、最近の研究<sup>5)</sup>でも解明されていないモルタルきれつ発生 の概念を確立する一つの手掛かりをつかむことができた事実について述べる。

## 2. 実験方法

1) 試料 比重3.13の早強ポルトランドセメントを使用し、水・セメント比を29.9%とし、ミキサで混練した。フロー値は141、空気量は1.8%であつた。このニートペーストを10φ×20cmのモールドへ填充し、7日間標準養生を施したあと、ダイヤモンドカッターで70×70×200 mmの角柱に截断加工した。室内で試料表面を自然乾燥させ、67mmのゲージを貼付した。

2) 加圧・ひずみ計測・顕微鏡観察 供試体加圧には、スプリング式クリープ試験機を一部改造して用い、これと並行して静ひずみ計測を行つた。圧縮応力レベル( $\sigma_p$ ) 61・306・449・616 kg/cm<sup>2</sup>に達するごとに荷重を解放し、マイクロクラックの発生した気泡殻を偏光形微分干渉顕微鏡(25X・50X・100X)で観察し、写真撮影した。また、投影機でペーストきれつのパターンを確認した。なお、殻きれつ観察面は試料の中心部の4ブロックとし、ペーストきれつについては試料全面とした(図-1)。

## 3. 実験結果と考察

試料平均圧縮応力レベル( $\sigma_p$ )と対応平均圧縮ひずみ( $\epsilon_p$ )との関係を図-2に示す。この応力-ひずみ線図が、原点における接線から deviate し始めるのは  $\sigma_1 = 250 \text{ kg/cm}^2$  で、終局強度( $\sigma_{cu}$

$= 616 \text{ kg/cm}^2$  ) の約41%に当たる。図-3に、きれつ殻数頻度-ベーストきれつ長頻度-平均圧縮ひずみ比との関係を示す。観察ブロック内の全殻数は583個で、このうち、 $\sigma_{cu}$ までにきれつの生じた殻は354個であつた。この354個が各応力レベルごとに発生する比率をきれつ殻数頻度とした。その他についても同様に定義する。図-3から、殻きれつは $\sigma_1$ に対応するひずみ度まで対数的に増加し、それ以後は直線的のびとなる。一方、ベーストきれつは $\sigma_1$ まではわずかに全きれつ長の9%程度より発生していないが、その点を越えると対数的に増大する。このような現象は、モルタルの挙動と全く同様である。

図-4に、動弾性係数( $E_D$ )と平均圧縮応力との関係を示す。圧縮応力の増加とともに、マイクロクラックの生長による内部構造の欠陥が累積し、 $E_D$ はほぼ直線的に低下する。終局強度の手前に硬化現象が認められ、 $\sigma_{cu}$ で粉碎破壊(Disruptive failure)を発生する。図-5に、きれつ殻数頻度-動弾性係数低下率-ベーストきれつ長頻度との関係を示す。 $61 \text{ kg/cm}^2$ の比較的低応力下できれつ殻数頻度は54%を示すが、動弾性係数低下率は11%である。一方、一度ベーストきれつが発生し、その頻度が14%程度でも動弾性係数低下率は64%を示す。後者は $E_D$ 低下の支配的な要因となつていゝことがわかる。

モルタルきれつ発生メカニズムについて詳説した報告は見当たらない。筆者は従来<sup>5)</sup>の細骨材粒子界面のボンドきれつのほかに、写真-1に示す無数の殻きれつがその発生を促すものと説明した<sup>1)</sup>。最近の研究で、実はモルタルきれつはベーストきれつと考える方がより妥当であり、そのベーストきれつは殻きれつのほかに、セメント粉末粒子群中に本来含有されてゐる非活性鉱物質粒子(写真-2は早強ポルトランドセメントを、約40分間水中で覚拌し、上澄みを除去し乾燥後の残渣で、大中小の入り混じつた粒子群)の界面を、微細に走つてゐるのがわかつた(写真-3)。

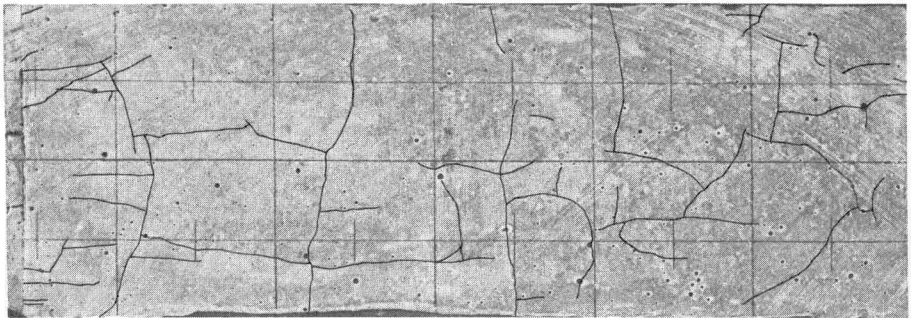
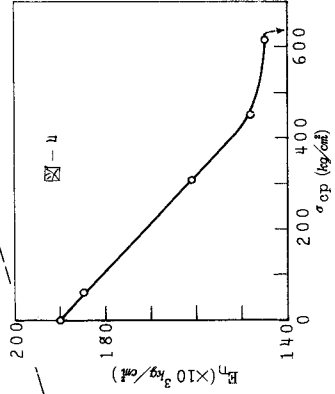
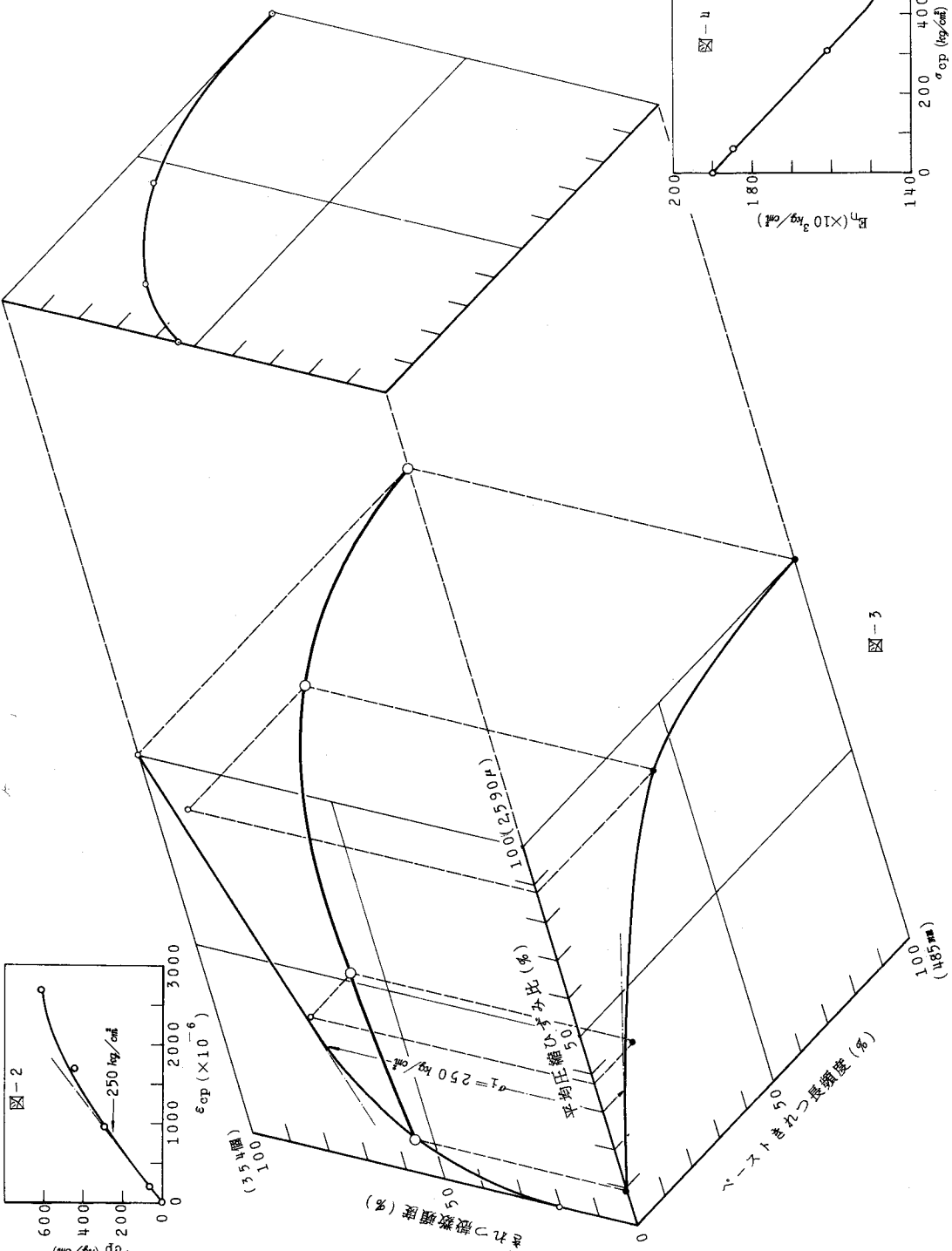
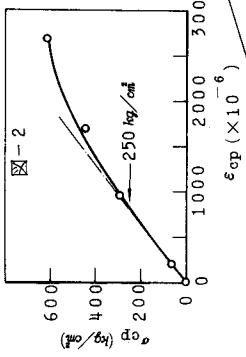


図 1-1 (ベーストきれつパターン)

#### 参考文献

- 1) 浄法寺・加藤；プレーンコンクリート中の気泡殻き裂の生長 第23回講演会 43.10
- 2) 加藤清志；モルタル中の気泡のきれつと増加 コンクリート・ジャーナル Vol. 7, №2, Feb 1969
- 3) K. Kato.; Growth and Multiplication of the Shell Cracks in Mortar, Memoirs of the Defense Academy, Vol. VI, №3, Dec. 1968
- 4) 村田二郎；第23回年次学術講演会総括報告 土木学会誌 Vol. 53, №12, 1968
- 5) S. P. Shah and S. Chandra; Critical Stress, Volume Change, and Microcracking of Concrete, Jour of AOI, Vol. 65, №9, Sept. 1968



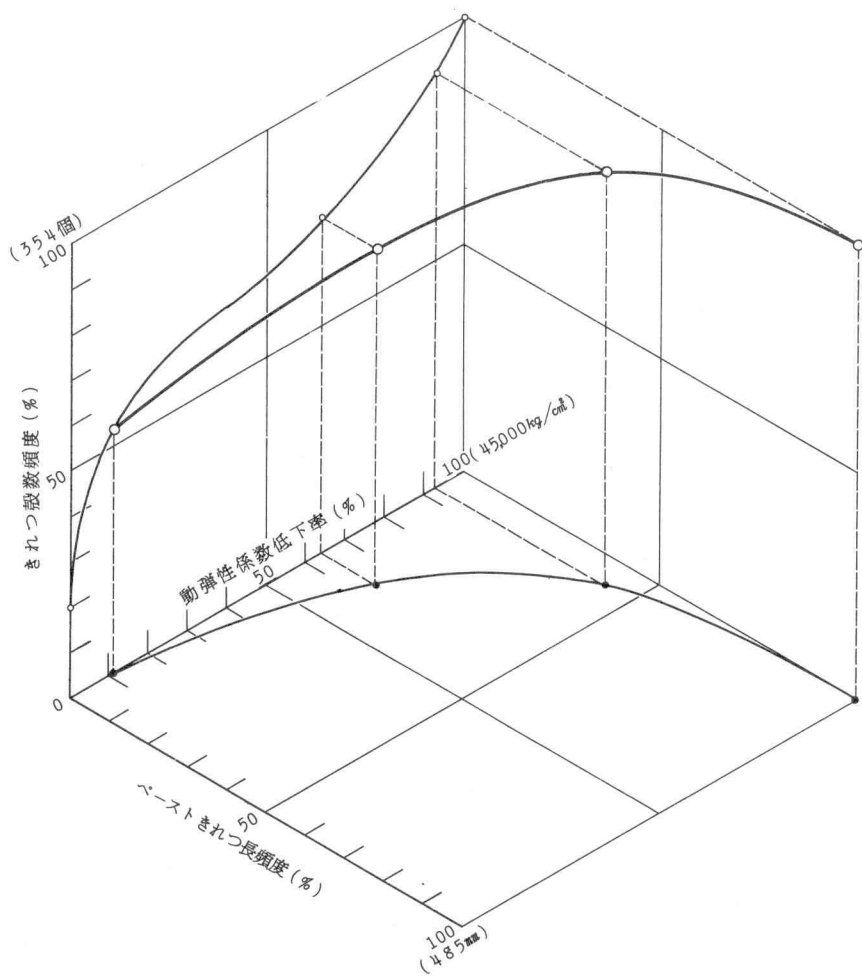


図-5

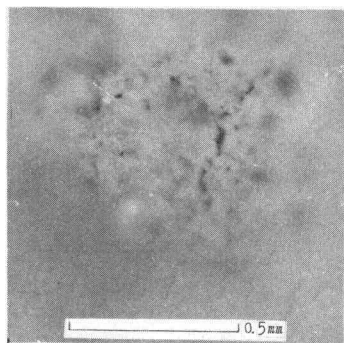


写真-1

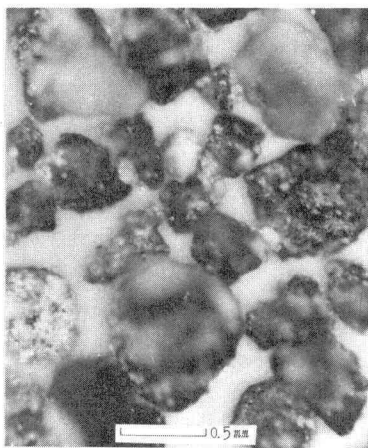


写真-2

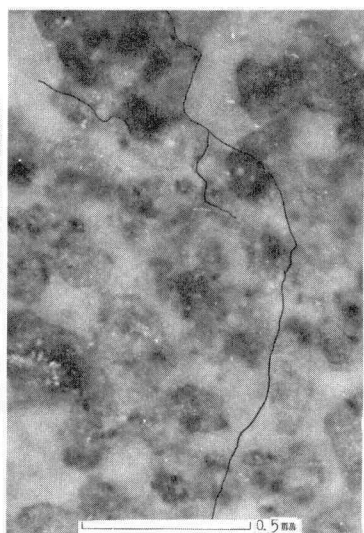


写真-3