

1. 梗概

先に気泡殻きれつの存在¹⁾とその発生・成長機構を、セメント モルタル^{2) 8)} やニート セメント ベースト^{4) 5)}について報告した。とくに、後者ではブレーン コンクリートの基本構成成分要素としてのペースト中の殻きれつやペースト マイクロ クラックと、その硬化後の物性との関連性を論じ、気泡殻は一般に独立気泡構成でモルタルの場合のように重複球殻の配列構造は少なく、載荷前にすでに殻きれつやペーストきれつが発生しているが、これらはいずれも乾燥収縮性きれつと考えられる。平均圧縮応力比・平均圧縮ひずみ比・きれつ殻頻度・ペーストきれつ頻度・減衰動弾性係数率等にはそれぞれ臨界値があり、たとえば臨界応力比は40% (実応力 250kg/cm²) であり、この前後できれつ殻頻度とペーストきれつ頻度とは、たがいに圧縮応力によつて与えられるひずみエネルギーを肩代わりするかのよう挙動する。すなわち、塑性仕事量はクラックの伝播に重要な役割をもち、吸収エネルギーは加速度的に増大し、破面進行は不安定になり急速に停止する。ペーストきれつはトベルモライト ゲル中に潜入している粗大なクリンカ粒子の界面に発生する、いわゆる析出薄膜が劈開し、さらに母結晶としての非晶質トベルモライト ゲルの劈開が誘発されたものと考えられる。かくして、殻きれつや巨視的ペーストきれつの核となつて、試料中に大きく成長し耐力低下または破壊に至るものと考えた。本報告は、以上の諸現象を踏まえて、硬化したブレーン コンクリートの力学的挙動をマイクロ クラック発生頻度との関連において、物性工学的見地から実験・考察したものである。

2. 実験方法

1) 試料 セメントは比重3.13の早強ポルトランドセメント、細・粗骨材はそれぞれ比重2.60および2.64、粗粒率は263および657などの川砂、川砂利を使用した。砂利は最大寸法20mmで、中性洗剤で表面を十分洗浄した。水・セメント比は45.0%で、空気量は20.2%、スランプは1.7cmであつた。機械練りで10φ×20cm供試体3本作成し、材令7日でダイヤモンドカッターで70×70×194mmの角柱に切断加工した。室内で試料表面を自然乾燥させ、対称2側面に実長67mmのひずみゲージをクロス形に貼付し、コーティングした。2) 加圧、ひずみ・動弾性係数・対数減衰率計測、顕微鏡観察 加圧にはアムスラー形圧縮試験機(変換能力25T)を用い、同時にひずみを計測した。第1供試体で応力レベルを決定し、第2供試体は各応力レベルに達することに荷重を解放し(図-1)、デジタル形動弾性係数・対数減衰率測定器でそれらの値を求めた。また、図-2に示す試料中心部の16ブロック面上の殻きれつは偏光形微分干渉顕微鏡(50×, 100×)で、モルタルきれつ・骨材きれつ・ボンドきれつは広視野形実体顕微鏡(60×)で観察・写真撮影した。第3供試体で、第2供試体の全観察完了時点での強度の変動の程度をチェックしたが、終局強度510kg/cm²で3試料とも大差なかつた。

3. 実験結果と考察

図-2、図-3にそれぞれ終局強度までの累積きれつ殻分布、モルタルきれつ・ボンドきれつ・骨材きれつの分布を示す。図-4～図-7はそれぞれ平均圧縮応力比-ひずみ比-きれつ殻頻度、一見

掛けのきれつ長頻度，一動弾性係数比，一対数減衰率比等を示す。図-8，図-9はそれぞれ対数減衰率比—平均ひずみ比—一動弾性係数比，きれつ殻頻度—平均ひずみ比—見掛けのきれつ長頻度を示す。見掛けのきれつ長はボンドキれつ，モルタルきれつ，骨材きれつの各の和を意味し，それらの構成百分率を図-10に示す。図-4で，原点における接線から branch する限界点とそれに対応する臨界値を表-1に示す。図-2，図-3に示すように，加圧前にすでに殻きれつやモルタル・ボンド・骨材きれつが，ニートペースト^{4) 5)}やモルタル^{2) 3)}の場合と同様に存在する。きれつ殻の発生頻度は，その臨界値までに，加圧によつて生ずる全きれつ殻数の約70%をカバーし，以後発生頻度増加率は漸減する。一方，図-5の見掛けのきれつ長頻度は，その臨界点までに，加圧によつて生ずるきれつ長のわずか約30%であるが，以後急増する。図-9からきれつ殻ときれつ長との発生相關現象は，増加率に関して二律背反的であり，前報^{2) ~ 5)}と全く同様である。なお，図-10で見掛けのきれつ長のうち各応力レベルで約60%がボンドキれつであり，終局強度では70%以上に達する。骨材きれつは応力レベルの上昇とともに増大するが，平均約3%程度である。残りはモルタルきれつで，ボンドキれつとほぼ同様の増加の形況を示す。図-6，図-11に示すように動弾性係数は終局強度まで直線的に低下する。接線静弾性係数はその臨界値から0%近くまで対数的に低下し，物性値としての特性を direct に表わしている。各応力レベルにおける動弾性係数は，図-1の各の初期接線係数に粘性の影響が加味された値⁶⁾を示していることになり，厳密には各応力レベルでの物性値ではない。粘弾性的性質としての対数減衰率を図-7，図-8，図-11に示した。動弾性係数が臨界値まで低下する範囲では，対数減衰率はあまり変化がないが，その点を越えること，すなわち，ひずみが臨界ひずみ度を越えて増大するとともに，対数減衰率は急激に増大し，接線静弾性係数の挙動とよい対応を示す。これは，上述のコンクリートの内部マイクロクラックの増殖による構造欠陥によつて，振動伝播のエネルギー減衰が著しくなることを意味する。

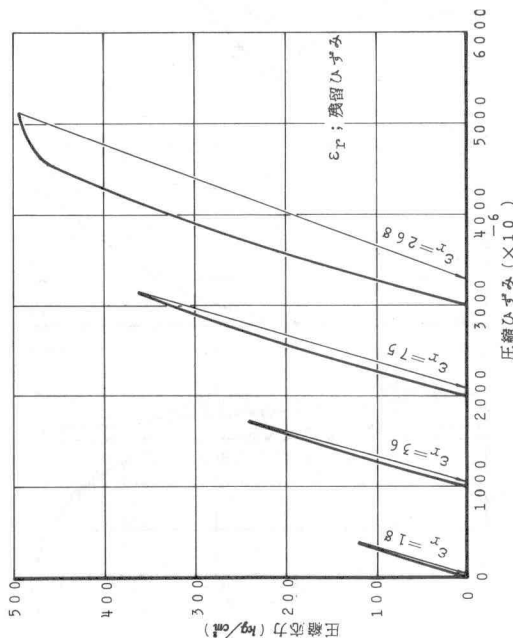
4. むすび

殻きれつはモルタルきれつの起点ともなり，他のきれつとともに非回復性の残留ひずみの大きな要因となる。骨材きれつは僅少で，ボンドキれつやモルタルきれつが臨界応力比以上で卓越する。モルタルきれつは一種のボンドキれつであるが，その発生のタイプは ①細骨材（粗大なクリンカ粒子も含む）界面の劈開 ②気泡殻きれつによる誘発 ③粗骨材界面の劈開 ④骨材粒子間の圧裂作用 等である。対数減衰率で接線静弾性係数変化といった粘弾性的物性変化を評価することができる。

5. あとがき

本研究の資料整理等に助力をいただいた防大土木教室 近江雅夫氏，同 荻野雪男氏にお礼申し上げます。

文献 1) 加藤清志；プレーンコンクリートのひびわれ発生機構について，コンクリート・ジャーナル，Vol. 6，No. 5，43.5 2) 同；プレーンコンクリート中の気泡殻亀裂の生長，第23回年次講演会，43.10 3) 同；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，No. 2，44.2 4) 同；プレーンコンクリート中の組織敏感性マイクロクラック，第24回年次講演会，44.10 5) 同；硬化したニートセメントペーストの微視的きれつ発生機構について，コンクリートジャーナル，Vol. 8，No. 2，45.2 6) 荻野春一；コンクリート技術事典，pp. 152

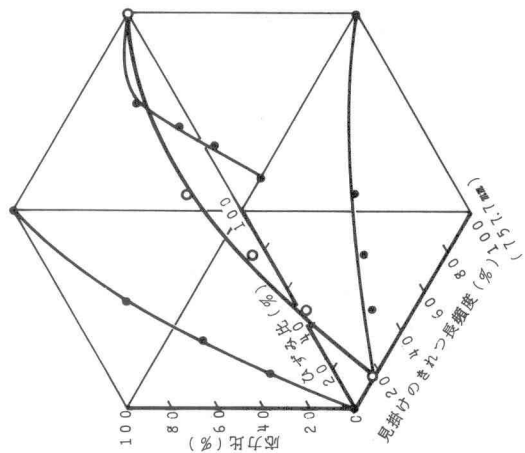
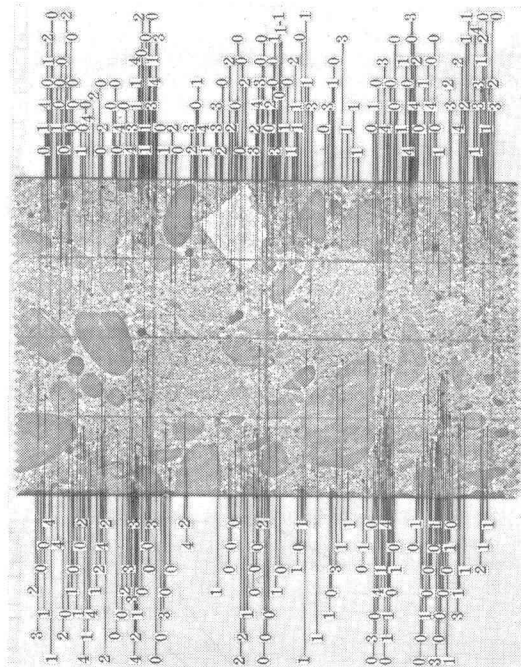


図一1 臨界値

表一1 臨界値

	臨界値	実数値
応力比	52%	258 kg/cm ²
ひずみ比	37%	800 μ
きれつ収縮率	79%	3.0個/cm ²
見掛けのきれつ収縮率	44%	3.33mm
ポンドきれつ	24%	1.82mm
モルタルきれつ	18.5%	1.40mm
骨材きれつ	1.5%	1.1mm
動弾性係数比	86%	343 cm/cm ²
対数減衰率比	24%	0.079
接線係数比	95%	3.12 mm/cm ²

図一2 きれつ収縮の分布



図一4

図一5

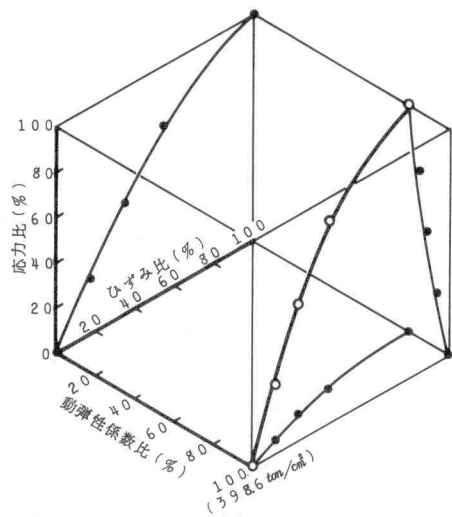


図-6

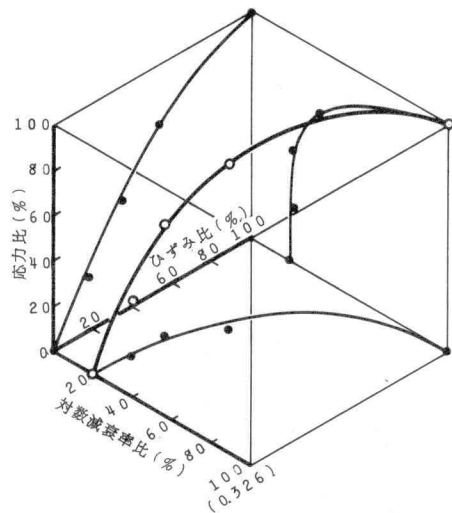


図-7

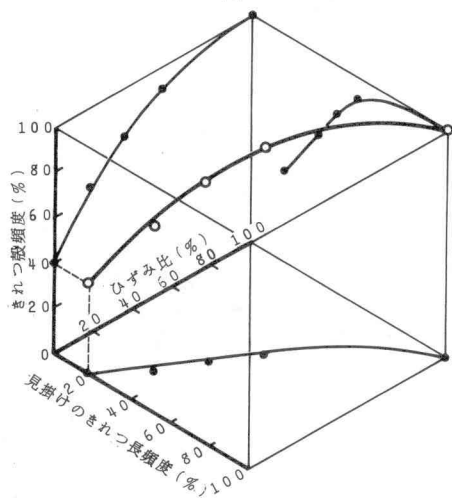


図-8

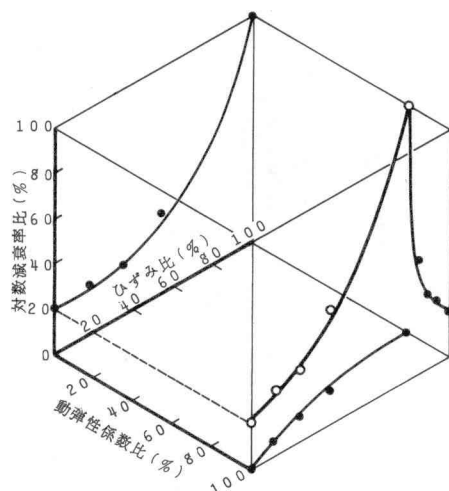


図-9

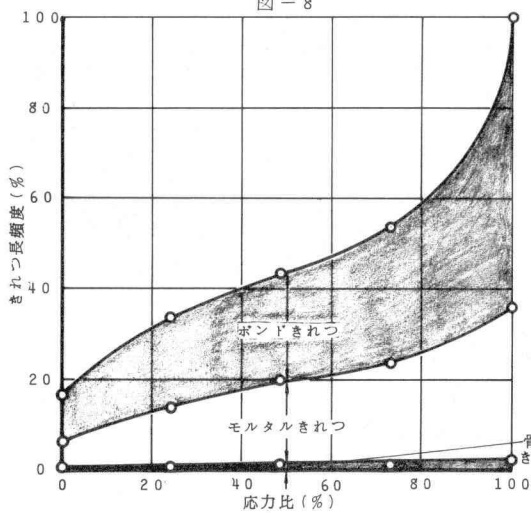


図-10

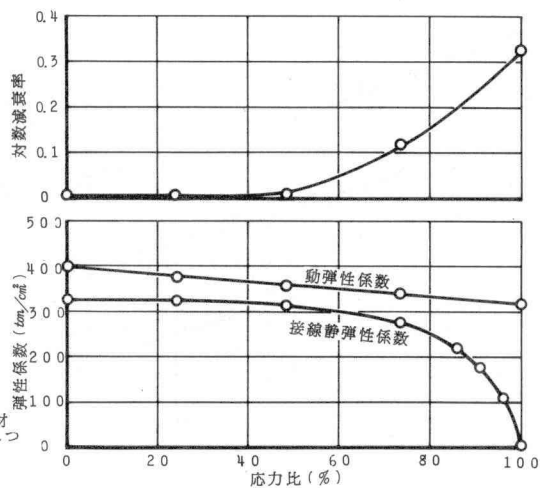


図-11