

京都大学工学部 ○正員 小柳 若
 学生員 六郷 忠哲
 〃 鄭 貴斗

まえがき

コンクリートの破壊過程を明確にする目的で、そのひとつの方法として、円柱供試体に対し破壊荷重に近い高圧縮応力レベルの荷重で単一あるいは複数回の反覆載荷を行ない、応力レベルあるいは載荷履歴による、巨視的ひずみ、残存強度の変化状況を求め、それらとコンクリートの内部ひびわれパターンの変化状況とを結びつけ、さらにコンクリートの低サイクル疲労との関連において考察を加えた結果について報告する。

実験概要

マメントは普通ポルトランドマメントを使用し、骨材は砕石(比重2.64, 吸水率0.67%, 最大粒径15mm)ならびに野洲川産砂(比重2.60, 吸水率1.20%, F.H.3.01)を使用した。コンクリートの配合は表-1に示す配合であり、若配合とも1バッチとし10φ20cm円柱供試体を採取し、養生は3週間水中(20℃)、以後1週間気中とし、試験時材令は28日~30日とした。なお各供試体は載荷試験前に動ヤグ係数を測定した。ここでFシリーズは応力比を一定として反覆載荷回数と残存強度との関係を探ることとを主目的としたものであり、Gシリーズは内部ひびわれの状況を探ることが主目的である。載荷試験は既報の試験¹⁾から、ヒト高応力レベルでの試験を中心とした。反覆載荷の荷重比($\sigma_{max}/\sigma_{ult}$) (以下応力比と称す)は、13本の供試体をもとにした平均圧縮強度から定め、荷重比と繰返し回数との相組合せに対して使用した供試体の数は表-2に示す。コンクリートのひずみ割れの信頼性については問題はあがるが、ここではコンクリートの強度破壊以前の比較的安定な領域での割れであるが、電気抵抗線と円柱供試体の相対可能な位置に貼布し、所定の荷重段階における縦ひずみ ϵ_L 、横ひずみ ϵ_T を測定し、さらに繰返し作りのひずみ ϵ_{cr} を算定した。残存強度比は、所定の載荷履歴ののちに求めた単軸圧縮強度の平均圧縮強度あるいは、所定の荷重までの初回載荷時における σ_{fcr} (356 kg/cm²)に対する比を採用した。所定荷重までの所定の反覆載荷を行った供試体の一部は、コンクリートカッターにて載荷方向ならびにそれと直角方向に切出し、切断面における骨材周辺のボンドひびわれならびにモルタルひびわれの発達状況を観察した。

記号	w/c %	s/a %	単位量 kg/m ³				骨材径 cm	本数 本	載荷速度 kg/cm ² sec	圧縮強度 kg/cm ²
			C	W	S	G				
F	53	38	400	210	660	1080	20.2	66	1.7	481
G	48	38	407	196	672	1100	8.0	69	8	536

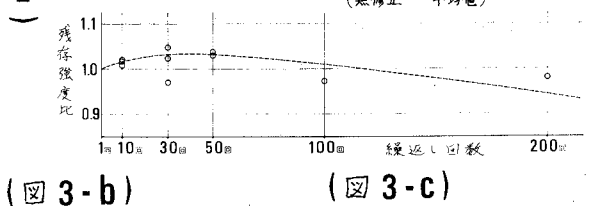
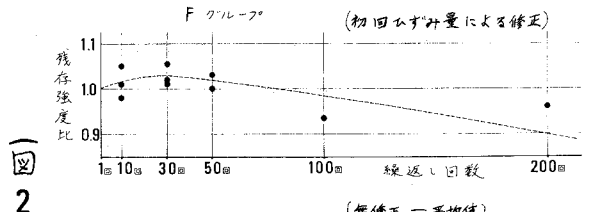
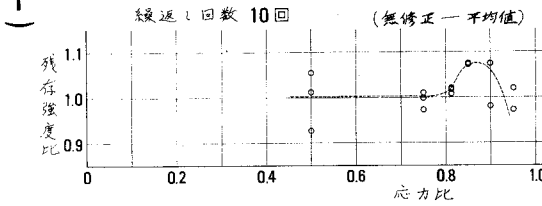
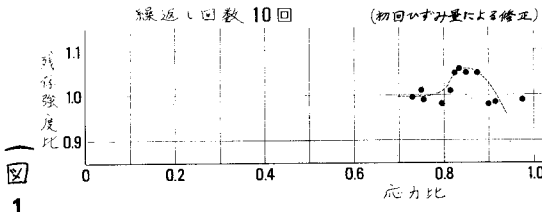
実験結果と考察

載荷応力レベルと残存強度比の関係を図-1に示す。また載荷回数と残存強度比との関係を図-2に示す。このより、ある限界比以下までは残存強度の低下は少く、低サイクル疲労はある限界以後に内部組織の変化が急激に進展して生ずるものと考えられる。コンクリートでは、いわゆる限界応力比 σ_{cr}/σ_{ult} が存在するが、反覆載荷に伴うひずみ量の变化は、図-3に示すように、反覆載荷の応力比 ($\sigma_{max}/\sigma_{ult}$) と σ_{cr}/σ_{ult} との関係において異なる。すなわち σ_{cr}/σ_{ult} が不安定なひずみ割れをもとにしているもの、定性的には $\sigma_{max} > \sigma_{cr}$ であれば、図-3(a)のFに示す内部組織の変化に伴い急速に不安定となるが、 $\sigma_{cr} > \sigma_{max}$ であれば、図-3(b),(c)のGに示す部分的には安定化の方向となる。またこれとは ϵ_L と ϵ_T の反覆載荷に伴う変化においても明らかである。切断面における骨材のボンドひびわれ比は、内部組織変化を求めたための有効な手段である³⁾。ボンドひびわれ比はひびわれの発達に応じて切断方向によって異なり、球形骨材モデルを考えると、切断方向によってそれぞれ図-4のように変化する。載荷応力レベルならびに反覆載荷の増大に伴うボンドひびわれの変化状況を図-5に示す。

〈表-2〉

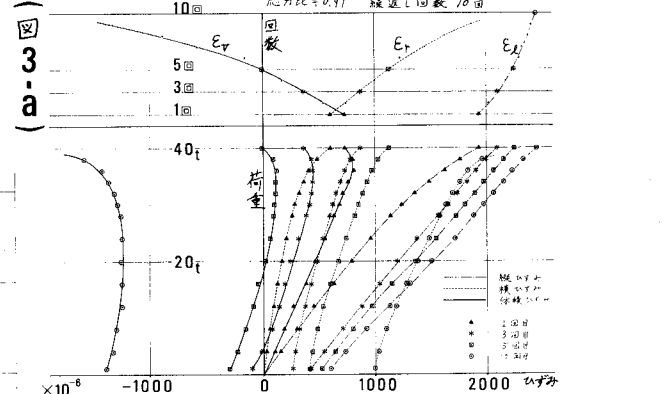
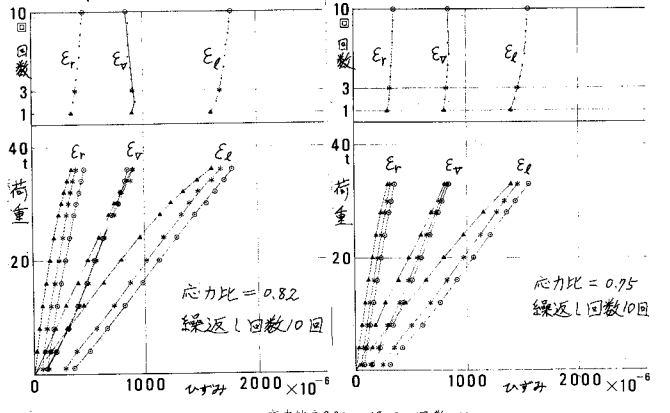
記号	回数	応力比 ($\sigma_{max}/\sigma_{ult}$)						残存強度ひびわれ観察
		0.50	0.75	0.82	0.85	0.90	0.95	
F	10	3	3	3	2	3	3	
	G	2	2	2	/	2	2	
G	1	2	2	2	/	2	2	

記号	繰返し回数					$\sigma_{max}/\sigma_{ult} = 0.825$ 繰返し回数変化
	10	30	50	100	200	
F	3	3	2	1	1	



(図 3-b)

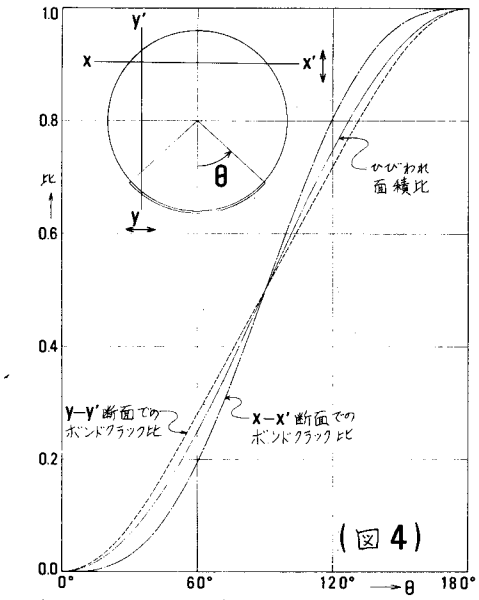
(図 3-c)



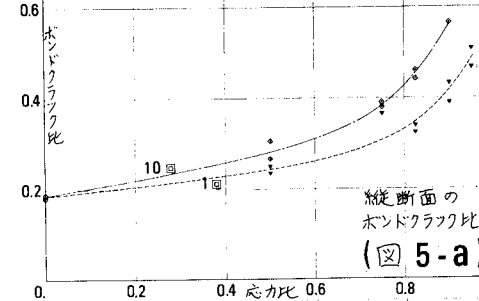
以上の残存強度、巨視的ひずみおよび内部ひびわれの発達をともなう、高応力載荷履歴をうけるコンクリートの破壊過程を考えると、コンクリートの低サイクル疲労はある段階以後においては急激に内部ひびわれが進展するものがあり、いわゆる限界応力はこの段階に関連し、それに至るまでは準安定な領域が存在するものと考えられる。

参考文献

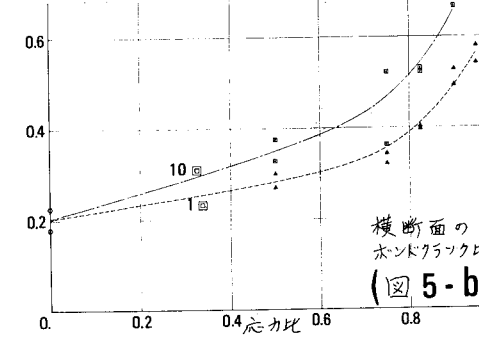
- 1) 大郷忠哲: 土木学会関西支部講演概要集(昭和48年)Ⅳ-11
- 2) Shar, S.P. and Chandra, S.: Jour. ACI. Proc, V.65, No.9, pp770-780
- 3) 丹羽義次・小柳裕・中川浩二: 土木学会論文報告集 1971年1月 PP31~41.



(図 4)



(図 5-a)



(図 5-b)