

12. コンクリートの引張応力と歪について(その3)

徳島大学工学部 正員 工博 荒木謙一

同 正員 〇渡辺 淳

徳島大学大学院 学生員 福島 浩

本研究は引張をうけるコンクリートの挙動とくに破壊応力付近の引張応力と引張歪との関係(高応力短期クリープ破壊を含む)を明らかにして、コンクリートの性質の再検討を目的としたものである。

コンクリートの引張強さ係数試験を用いて、コンクリートの引張応力-統一歪曲線におよぼすセメント比、材令および数回のくり返し載荷の影響などについて実験的に検討した結果、破壊荷重の60%程度までの載荷を数回くり返しこも破壊荷重には影響がないこと、破壊歪はゲージ貼布直下がモルタルの場合は粗骨材の場合にくらべて、著しく大きいことなどを認め、その一部については、すでに第19回土木学会年次学術講演会において発表した。

近年構造物の塑性設計理論の発展にともなって、構造材料の種々な条件のもとにおける変形能力の問題がとりあげられてきた。

コンクリートのクリープに関しては、現在までに数多くの研究がなされてきたが、その大部分は圧縮応力に対するものであり、とくに持続荷重を与えた場合のクリープ破壊にわたるまでの変形能力についてはほとんど研究されていない。

そこで本研究はコンクリートの引張強さ係数試験を用いて、とくに高応力下の引張クリープおよび載荷率(持続荷重と推定破壊荷重との比)と持続荷重保持(抵抗)時間との関係を実験的に検討した。なお加圧板と供試体との間に分存板を挿入した場合の引張応力-歪曲線におよぼす影響についても調べた。

使用材料として、セメントはアサノ普通ポルトランドセメント、骨材は吉野川産で細骨材の $F.M. = 2.71$ 、粗骨材は最大寸法25mmのものを用了。コンクリートの配合を表-1に示す。供試体は 15×30 cmの標準円柱供試体を用い、コンクリートは3層に詰め、各層はJIS A 1108の積突き法に準じて成型した。引張強さ係数試験用の供試体は頂面を金コテで仕上げた。養生は $20 \pm 2^\circ\text{C}$ の水中養生とし、供試体は試験前日に養生水槽から取出して、供試体表面が乾燥後ペーパーゲージを貼布した。ゲージは準

軸（抵抗値は 120Ω ），ゲージ長は主として 20mm のものを使用した。歪ゲージは図-1のように供試体両面の対称位置に貼布した。

表-1 コンクリートの配合

材令は主として28日とし、JISA1113
コンクリートの引張強さ係数試験方法によった。

配合 番号	スラン (cm)	W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	W/C (%)	A/a (%)	S (kg/m ³)	G (kg/m ³)
A	10~13	160	320	50	36	677	1249
B	10~13	170	310	55	38	705	1191

本実験の載荷方法はつぎの2種類とした。

α法：荷重を階段式（1~2nd間隔、応力で

1.4~2.8割）に上げそれぞれの歪の読

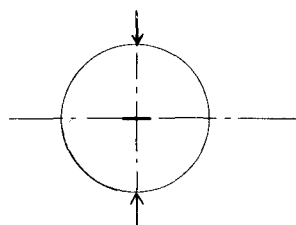
みととり、そのまゝ破壊に達するまじ加力する。

図-1 ゲージ位置

β法：α法によって求めた推定破壊荷重の約90~

95%において持続載荷する。

引張強さ係数試験では、供試体に偏心荷重が加わらない
ように十分注意して供試体を試験機にセットした。



実験は載荷α法によって求めた推定破壊荷重の約90~

95%の荷重でクリープ破壊にいたるまで持続荷重するの

であるが、この種の試験では持続載荷の強さを選定する場合、それが破壊荷重の何%にな
っているかを正しく判定することが先決である。

本実験では、供試体は1バッチ当り16個（うち3個は圧縮強度試験用）作製したが、
そのうち先ず7~8個の供試体について載荷α法によって破壊荷重を求め、その平均値
をもって推定破壊荷重とした。

この試験は供試体1個ごとに行ない、クリープ破壊をまつ方針であったが、長時間持
続載荷しても歪の増加がきわめて少ない場合、あるいはあまり長期にわたり試験機の占
有を許さない場合は、持続載荷試験を打ち切り、載荷α法に移して破壊させた。

表-2に載荷率と持続荷重保持時間の関係を示した。表-2から載荷率80~95%
の場合は、引張クリープ破壊にいたるまでには、相当長時間の持続載荷を要することが
予想される。

図-2はクリープ破壊をおこした供試体の歪-持続時間曲線を示した一例である。

供試体の頂面および底面の歪の伸びについては、一方の歪が著しく大きい場合は他面
の歪はきわめて小さい。（図-2）。これはゲージ貼布下の状態によって異なり、ゲージ
貼布下がモルタルの場合は大きく、骨材の場合は小さい値を示した。

(図 - 2 クリ-ップ率と持続時間の関係)

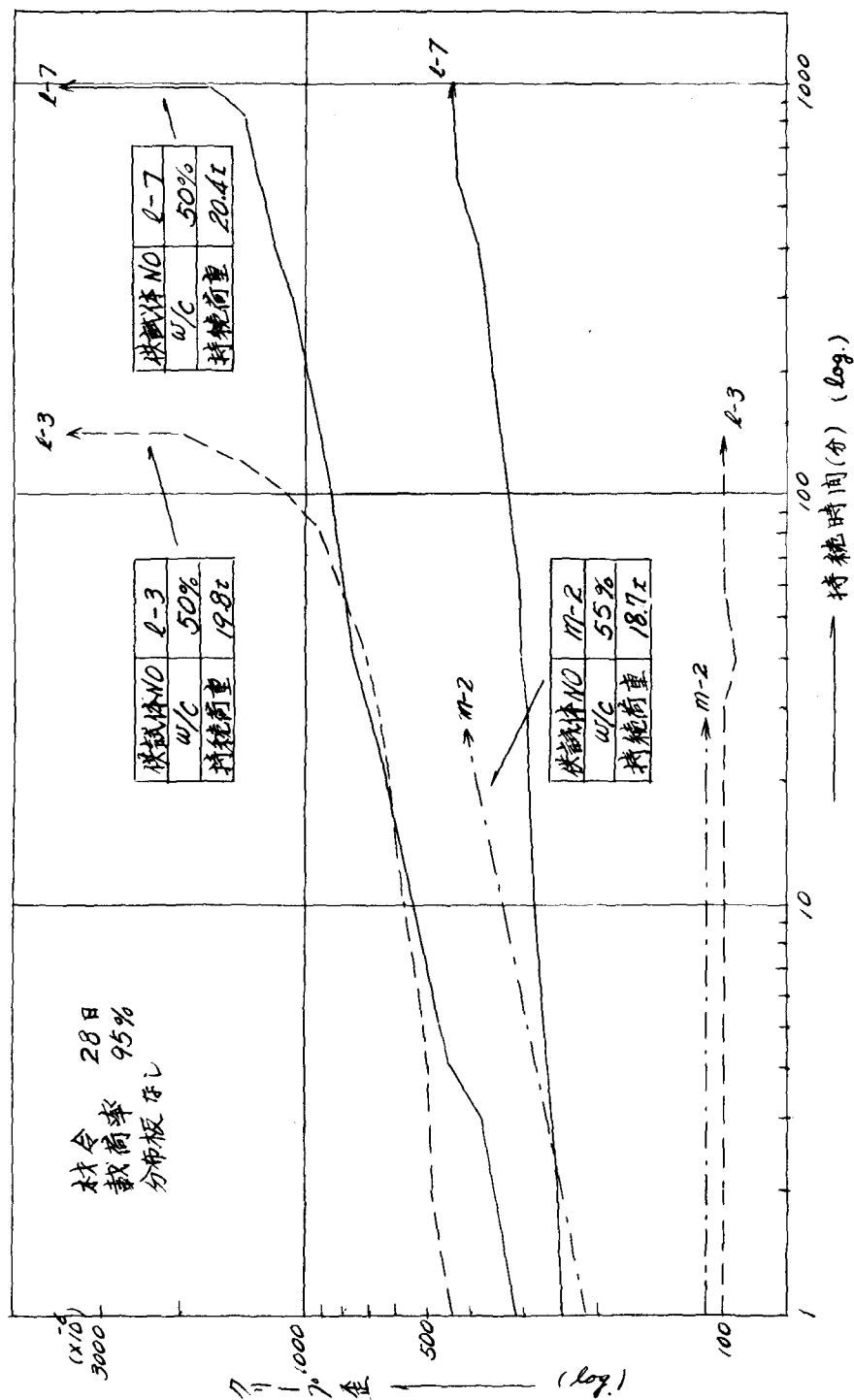


表-2 載荷率と持続荷重時間の関係

供試体 番号	推定破壊 荷重 (t)	持続荷重 (t)	破壊荷重 (t)	載荷率 (%)	持続荷重保持 (抵抗) 時間	載荷方法に切換え までの持続時間	備考
l-1	20.8 (294%) (740の平均値)	20.8×0.95=19.8	25.2	78.6		30時間30分	配合番号① w/c = 50% 材令 28日 圧縮強度 330kg/cm ²
l-2		19.8	23.9	82.8		52時間30分	
l-3		19.8		95.0	2時間26分		
l-4		19.8	23.0	86.1		12時間	
l-5		19.3	23.8	81.1			
l-6		20.5	25.0	82.0		6時間15分	
l-7		20.4		95.0	16時間28分		
l-8		20.5	21.5	95.3			
m-1	19.7 (279%) (810の平均値)	19.7×0.95=18.7		95.0	1時間15分*		配合番号② w/c = 55% 材令 28日 圧縮強度 301kg/cm ²
m-2		18.7		95.0	25分50秒*		
m-3		18.7	21.5	87.0		2時間33分	
m-4		17.5		95.0	2分40秒*		
m-5		19.2		95.0	50分		
m-6		19.2	21.0	91.4		70時間	

米破壊直前の歪量はさきめて小さく突

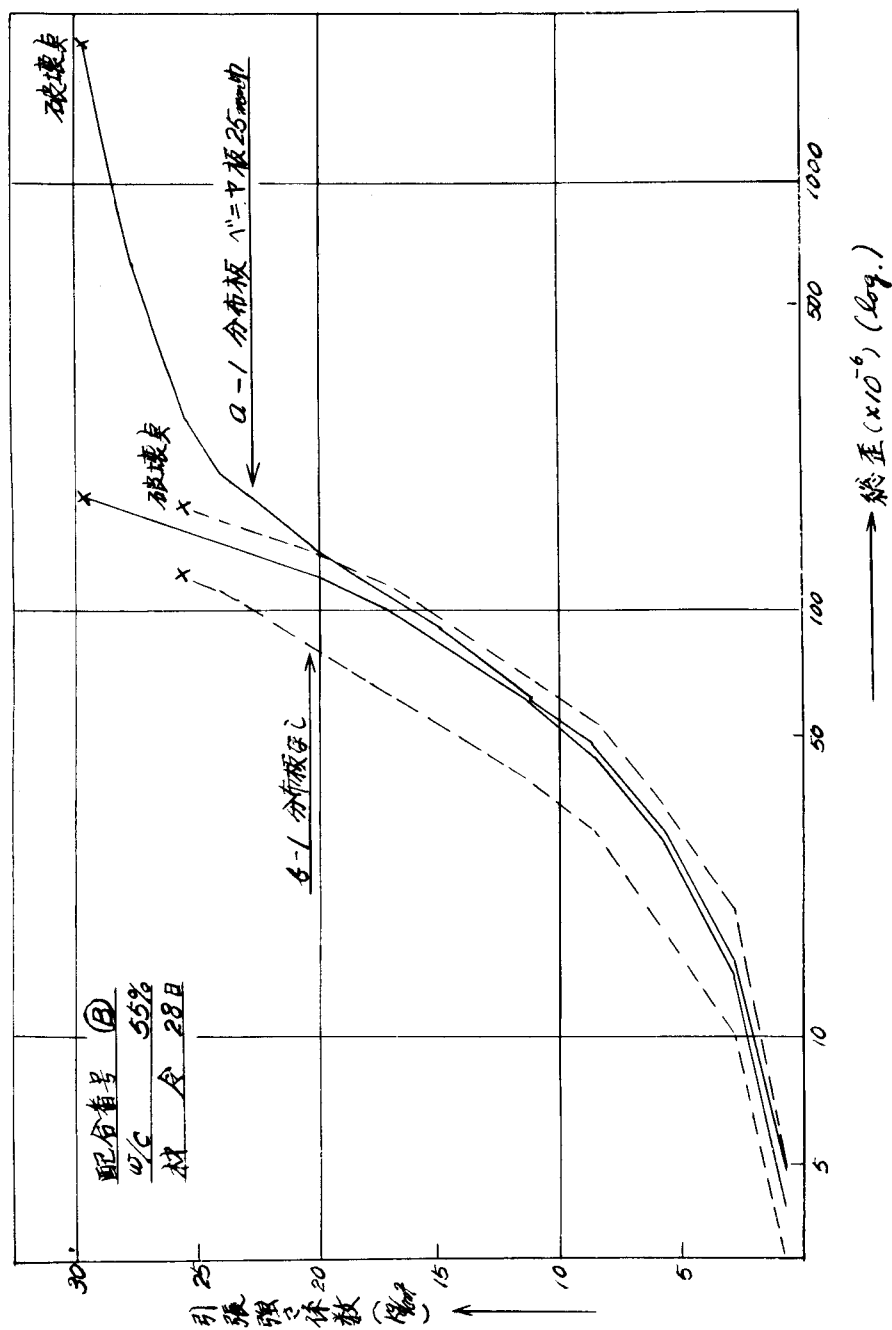
然破壊した。

本実験からクリープ破壊直前の歪量については、だいたい破壊直前の歪の増加はさきめて著しく、その値は最大値 $3,000 \times 10^{-6}$ を越える場合が多いが（図-2 の l-3, l-7 など）、一方破壊直前の歪量が小さく、また歪の増加がほとんどないまま、で突然破壊にいたった例もあり（図-2 の m-2 はその一例）、各供試体によって歪-持続時間曲線は異なり、コンクリートの引張クリープ破壊にいたる一般的な挙動および傾向を推定することは難かしいように思われる。なおこの種の高応力下の引張クリープおよび供試体の乾燥が引張クリープにおよぼす影響については現在継続実験中である。

つぎに分布荷の有無が応力-歪曲線におよぼす影響について検討する。

J / S A / 1 / 3 コンクリートの引張強さ係数試験方法によって（分布荷なしで）試験をしたとき、供試体が破壊後、加圧板に接した面は加圧板による載荷跡が明瞭に残って

(图-3 引張強さ係数—総歪曲線)



いるのがみられる。この中について調べてみると主として10~12mm位であり、強度が低いほど加圧された中が大きく20~25mm中となったものもあった。

分布板がない場合は、載荷具付近で引張破壊前に圧壊されたと思われる破壊状況を示した供試体があり、供試体と加圧板の間に分布板を挿入すれば載荷具での応力集中が避けられ、圧縮破壊を遅らせることができるといわれていることから分布板の有無について、引張応力-歪曲線を検討してみた。分布板としては市販のベニヤ板(3mm厚, 5mm厚)およびボール紙(2mm厚)を使った。分布板の中は25mmおよび40mm中のものを用いた。載荷は歪量によって1~2段階づつ加力して、この場合にも載荷速度の影響を避けるため引張応力が毎分5%を越えたり速度(JISA1113)になるように十分注意して加力した。

図-3は分布板のない場合と分布板としてベニヤ板(5mm厚, 25mm中)を挿入したときの応力-歪曲線の一例である。図から分布板を挿入した場合は、破壊付近の歪が破壊具に達するまでよく測定できたことがわかる。分布板の種類(ベニヤ板あるいはボール紙)または中(25mmあるいは40mm)のちがいににかかわらず同じ傾向を示した。

なお引張強さ係数について両者(分布板有無)の比較をしたその一例を表-3に示す。

本実験結果を要約すればつぎのとおりである。

表-3

1. 載荷率80~95%の場合は引張クリープ破壊にいたるまでには、相当長時間の持続載荷を要することが予想できる。

2. クリープ破壊直前の歪量については、歪量およびその増加割合がきわめて大きい場合

と(そのとき歪の最大値が $3,000 \times 10^{-4}$ を越える)、歪の増加がほとんどないまま突然に破壊する場合の2つのタイプがある。その原因については探索中である。

3. 加圧板と供試体との間に分布板を挿入した場合は、分布板の種類、幅のちがいに破壊付近の歪がかわらず分布板のない場合にくらべて、破壊具に達するまでよく測定できた。

4. 分布板のない場合の引張強さ係数は、分布板を挿入した場合の約80%の値となったが、この点についてはなお実験検討中である。

	引張強さ係数 (Kg/cm^2)	強度比 (%)	備考
分布板挿入	36.4米	100	配合⑤ $14\% = 55\%$ 材令28日
分布板なし	28.4米	78	

* 値は各々16~17個の供試体の平均値である。