

コンクリートの圧縮強度に及ぼす載荷履歴の影響

京都大学 学生員 六郷恵哲

まえがき

高応力レベルでのクリープの後にポルタル供試体の残存圧縮強度が本来の圧縮強度よりも増加するという実験結果が発表されたが、本実験においては、このような残存圧縮強度増加現象が低サイクル疲労をうけたコンクリート供試体にも存在するかどうかを調べ、合わせて、もし存在すればその原因を考察することを試みた。

実験概要

(1) 供試体と実験方法 セメントは普通ポルトランドセメントを用い、表-1の配合で円柱供試体(φ10×20cm) 70本を1バッチ(約115ℓ)で作成した。養生は3週間水中養生ののうち1週間気乾状態で行なった。各供試体の動弾性係数は共振法で測定し、縦ひずみは電気抵抗ひずみゲージで測定した。繰返し載荷の応力比($\frac{P_{max}}{P_{ult}}$)は0.25, 0.5, 0.7, 0.825, 0.9, 0.98, の6種とし、繰返し回数はそれぞれ1回, 5回, 10回, の3種とした。応力比と繰返し回数との各組合せに対してそれぞれ3本の供試体を割り当てた($\frac{P_{max}}{P_{ult}}=0.25$ の場合のみ2本)。残りの供試体のうち14本から圧縮強度の平均値(4週強度 502 kg/cm²)および圧縮強度と動弾性係数との関係を求めた。

(2) 残存強度

表-1 コンクリートの示方配合

$$\alpha = \frac{\text{載荷履歴を受けた後の残存圧縮強度}}{\text{載荷履歴を受ける前の圧縮強度}} \quad \text{--- (a)}$$

$$\beta = \frac{\text{残存圧縮強度}}{\text{推定圧縮強度}} \quad \text{--- (b)}$$

ラン ジ	w/c	s/a	単 位 量 (kg/m ³)				
			セメント	水	細骨材	粗骨材	G
m	%	%	C	W	S	5~10mm	10~15mm
90	53	38	400	210	660	360	720

残存強度比は式(a)で定義されるが、実際に求めることは不可能なので式(b)で代用した。圧縮強度推定の手段としては、他の供試体の平均実測圧縮強度(502 kg/cm²)をそのまま用いる方法よりも、動弾性係数と圧縮強度との関係を加味する方法、あるいは初回の高応力レベルでのひずみ量と圧縮強度との関係を加味する方法の方が有効であった。また、1つの供試体を二分してできた新しい2つの供試体の互いの圧縮強度の間に類似関係があれば、一方の実測圧縮強度から他方の圧縮強度をより良い精度で推定できると考え、はり型供試体(10×10×40cm)を用いて予備実験を行なった。しかし、もともと一体であった2つの供試体の間には、同一バッチで作成された供試体のうちの任意の2つの供試体の間に存在する圧縮強度の類似関係と同程度の関係しか見い出せなかった。

実験結果と考察

実験結果を図-1に示す。これは動弾性係数と圧縮強度との関係を用いて、残存強度を求めた供試体の圧縮強度を推定し、残存強度比および応力比を計算した結果である。初回の高応力時のひずみ量をもとに応力比および残存強度比を修正した結果、および単に圧縮強度の平均値をそのまま使った結果とをそれぞれ図-3, 図-4に示す。これらの結果からすべての場合に拡張して断言することはできないが、少なくとも本実験の碎石を粗骨材とするコンクリート供試体では、特定の載荷条件($\frac{P_{max}}{P_{ult}}=0.8\sim0.9$, 繰返し回数10回)で残存強度が

図-1 載荷履歴と残存強度
(動弾性係数による修正)

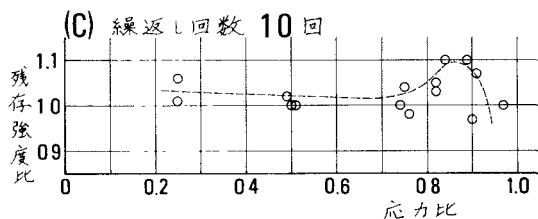
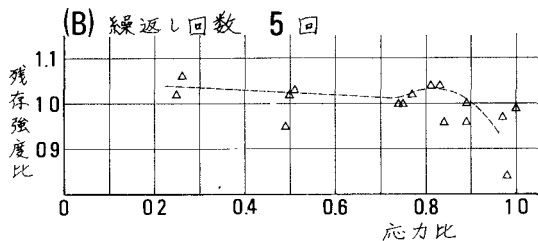
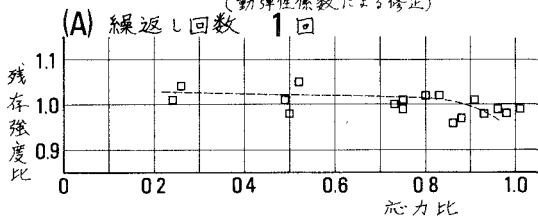


図-2 載荷履歴と残存強度
(初回ひずみ量による修正)

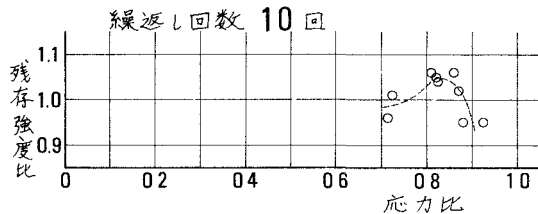


図-3 載荷履歴と残存強度
(無修正—平均値)

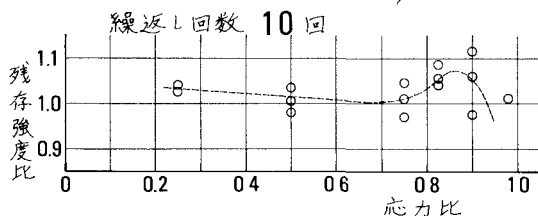
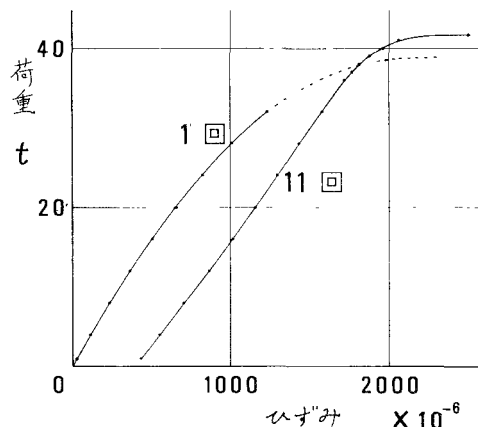


図-4 荷重ひずみ曲線



本来の圧縮強度(推定値)に比べてやや増加する現象がみられた。荷重ひずみ曲線(図-5)では、載荷履歴後は直線的な領域が増大し、ひずみ曲線は破壊直前に急激に折れ曲がる。そこで残存強度増加の原因として次のような推測を行なった。載荷履歴によって圧縮強度を減ずる内部破壊が生ずるが、それと同時に圧縮強度を増加させる現象も起こっており、特に後者が前者を上回るときに残存強度の増加が見られる。強度増加を生ずる原因として考えられることは、

- i) 応力比0.85付近の繰返し応力はほぼ限界応力(体積ひずみが増加から増加に向かう)に相当すると考えられるので、繰返し載荷によって締固め効果³⁾が生じる可能性があること。
- ii) 高応力を初めに受けてから破壊までの間(30~60分)に、内部応力は安定化に向い⁴⁾応力集中の度合が小さくなること。

なとである。なお現在も、強度増加現象の存在を再確認し、一定応力比のもとでの繰返し回数および内部ひずみ量の観察と残存強度比との関係を検討する目的で実験を続けている。

参考文献 1) 桜井春輔, 石東勇: "セメント砂浆のクリープ変形と破壊について" 第27回土木学会講演概要(昭和47年)第5部 pp. 155~156

2) Shar, S. P. and Chandra, S: Jour ACI, Proc. V. 65, No 9, Sept 1968 pp 770~780

3) 柳場重正, 川村満紀, 大浦隆: "繰返し荷重下におけるセメントの力学的性質" 第27回土木学会講演概要(昭和47年)第5部 pp. 47~50

4) 宮川邦彦, 亀井頼隆: "コンクリートの遅延弾性変形に関する実験的研究" 第27回土木学会講演概要(昭和47年)第5部 pp. 157~160