

京都大学工学部 正員 丹羽 義次

正員 小林 昭一

京都大学大学院 修士員 中川 若二

1. まえがき

モルタル コンクリートといふにいわゆる脆性材料と大きな拘束圧のもとで三軸圧縮試験する場合供試体は流動現象を示し 明確な破壊点を定義することは困難である。特に高静水圧下において巨視的な破壊はみられないが、材料の内部構造は大きな変化を受け その力学特性も変化する。

本研究はモルタル、コンクリート等 非均質材料の破壊の機構を解明するための研究の一環として三軸静水圧下におけるモルタルの応力-歪関係、除荷後の残存強度、残留変形等 巨視的にみれば材料特性の変化について検討したものである。

2. 実験概要

供試体の配合比は 石膏OPで示す 10 種のものを用いた。

セメントは小野田社製普通ポルトランドセメント、砂には釜淵産中砂を用いた。供試体寸法は $5.5\text{cm} \times 5.5\text{cm} \times 5.5\text{cm}$ の立方体であり 養生は $20 \pm 1^\circ\text{C}$ の恒温水中で行ない 試料を約 4 個とした。

試験には京津製作所製三軸圧縮試験機を用い 差動トランスにより圧縮側変位を測り供試体の変形を記録した。載荷速度は $3 \sim 4 \text{ kg/cm}^2/\text{sec}$ を一定に保ち 直交三方向の荷重と同時に所定荷重を加え 所定荷重を 10 秒間保持した後 等方除荷をおこなった。所定荷重としては $10 \sim 90 \text{ ton}$ の 10 ton きざみとしたが これはそれぞれ $400 \sim 3600 \text{ kg/cm}^2$ となっている。残留変形測定には、試験前後にノギスで $1/20 \text{ mm}$ まで測定した。また除荷した供試体の残存一軸強度を求めた。

3. 実験結果

ここでは紙面の都合により $w/c = 0.5$ のものについてのみ報告する。図-1 に荷重-変形曲線を示す。荷重-変形曲線の勾配は $2.4 \sim 2.8 \text{ ton/cm}^2$ ($1.0:1.5:0.5$), $2.0 \sim 2.4 \text{ ton/cm}^2$ ($1.0:2.0:0.5$), $1.2 \sim 1.6 \text{ ton/cm}^2$ ($1.0:2.5:0.5$) の区間で変化を始め、その後で

最低値をとる。図-2 にノギスで測定した供試体残留変形量と静水圧履歴の関係を示す。これによると 荷重-変形曲線の勾配が変に始めるまでは残留変形にも大きな影響はないが勾配の変化が始まると同時に残留変形を増加をはじめ 勾配最低値のあたりで残留変形増加率は最大となる。

このように静水圧履歴によって供試体に残留変形が与えられることは、供試体内部になんらかの構造変化を主じていることを意味し、それ

w/c \ Sc	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
0.4	○	○	○		
0.5		○	○	○	
0.6		○	○	○	○

モルタル配合表

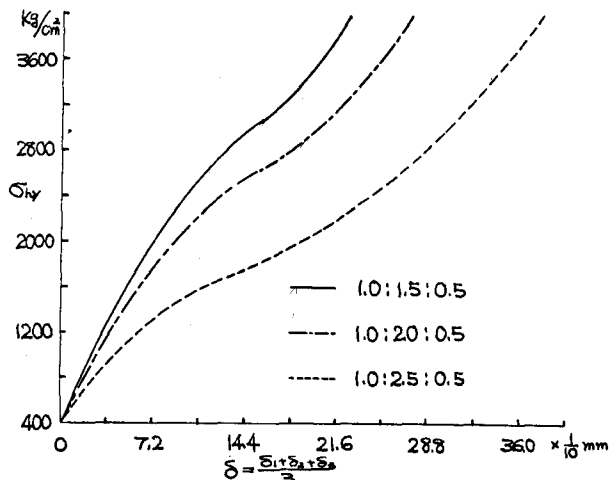


図-1 荷重-変形曲線

にともない静水圧履歴を受け、供試体の力学特性も変化すると考えられる。図-3に静水圧履歴と残存強度の関係を示す。これから配合により多少変化するが一軸圧縮強度の約2.5倍より低い静水圧下では残存一軸圧縮強度はほとんど考えない。荷重変形曲線の勾配が大きく変化する少し手前で残存強度は著しい低下を始め、直線状になるあたりから残存残存強度に収束する。こと知られる。

試験機の機構上、供試体は圧縮載荷時に完全密着とはばらないため、圧盤のすき間より流出現象が観察され、実際に圧密が行われているかどうかを検討する必要もある。除荷後の供試体の圧密状態をしらべるために、空中重量と水中重量とをびんにやり、0.1g単位まで測定し比重を求めたものを図-4に示す。これによると同配合のセメントペーストマトリックスに対して砂の量の多い場合($C:S=1.0:2.5$)、低い荷重からかなり広い範囲にわたって圧密が行われる。しかし、砂の量の少ない場合($C:S=1.0:1.5$)にはある荷重段階(ここでは約2500 kg/cm^2 、一軸圧縮強度の約4割)までは圧密されず、それ以後狭い範囲にのみこのみ圧密が観察された。

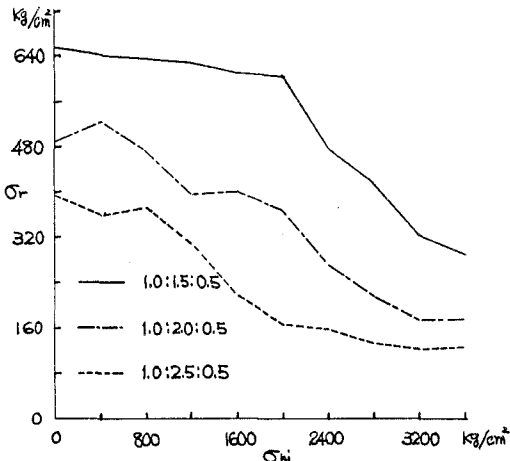


図-3 静水圧履歴と残存強度

4: 実験結果の検討

モルタル供試体が高静水圧を受けると、供試体内の微小な空隙や砂粒子の周囲において破壊が始まる。この段階では供試体の残存強度の低下、残留変形は大きくないが、さらに静水圧が増加すると骨材とセメントペーストとの完全な分離、ペースト部分の流動化による空隙部分への流れ込みが始まる。これら供試体残存強度の急激な低下および残留変形の原因となるが、等方圧縮変形量とくらべて圧縮試験は構造敏感性を有するため、残存強度の急激な低下の方が残留強度の急激な増加よりも早く現れる結果となる。

これらの状態はモルタルの配合、特に砂粒子の周囲をマトリックスがどの程度取り囲んでいるかによって異なる。すなわち、砂粒子の比較的多い供試体ではペースト部分の破壊、流動化とともに砂粒子のからみ合いが大きな影響をもち圧密は段階的であるに比べて、砂粒子の比較的に少ない供試体では圧密は短期間に終る。

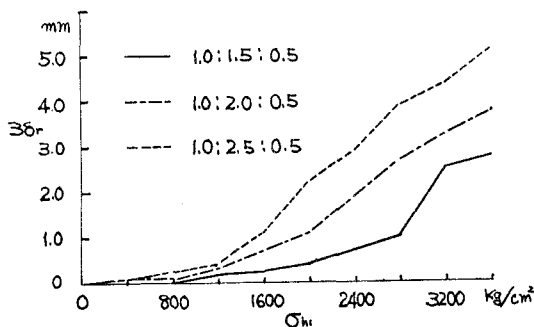


図-2 静水圧履歴と残存変形

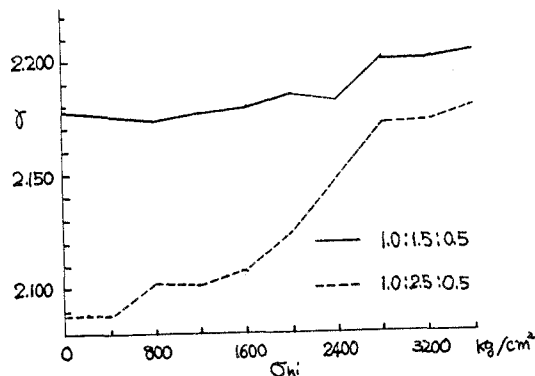


図-4 静水圧履歴と比重変化