

人工軽量コンクリートの圧縮破壊条件について

京都大学工学部

正員

工学

丹羽義次

工学

小林昭一

● 小柳 玲

§ まえがき

コンクリートの多軸応力下の破壊条件は現在まで種々提案されているが、い下れも満足なものではない。巨視的にみたコンクリートの一般的な破壊条件は、三次元における破壊曲面で表わせる。ここに骨材として均質で、高いとみられる造粒系人工軽量骨材を用いて約200個の供試体から圧縮域でのコンクリートの破壊曲面を求める実験を行った。

§ 実験概要

使用材料：セメントは普通ポルトランドセメント（大阪セメントK.K.製），骨材は粗細骨材ともに造粒系人工軽量骨材ライオナイト（大阪セメントK.K.製）を使用した。粗骨材は最大寸法は15mm，比重=1.53，細骨材はF.M.=2.99，比重=1.98である。

コンクリート配合はC:S:G=1.00:1.34:1.43（重量比），水セメント比=44.5%である。

コンクリートはアイリッヒ型ミキサで練り混ぜ、10.5×10.5×10.5cm立方供試体、φ10×20cm円柱供試体を作成した。打設時のスランプは4~6cmであった。供試体は打設後1日で脱型以後26日間恒温水槽（20±1°C）中で養生、次令28日で試験を行なった。円柱供試体はバッチ間変動と通常の単軸圧縮強度とを求める目的であり、バッチ間変動には有意差がないため以後全試験の平均の結果を解析した。

立方供試体載荷は島津製三軸圧縮試験機を用い、載荷面積は10×10cm、供試体と載荷板間の摩擦を減するため両面にシリコングリースを塗布した0.23mm厚ゴムシートを使用した（推定摩擦係数 $\mu=0.008\sim0.013$ ）。

載荷方法は図-1に示す。すなわち二軸圧縮試験（ $\sigma_1 \geq \sigma_2 > \sigma_3 = 0$ ，ただし圧縮を正）は比例載荷を、三軸圧縮試験は $I_1 = \text{一定面}$ 内の載荷を主体とした。

試験は $I_1 = 1.5 \sim 6.5 \sigma_0$ （ただし $\sigma_0 = \text{立方体単軸圧縮強度}$ ）の6断面上で、 $\sigma_1 = \sigma_2 > \sigma_3$ （Case 1）から $\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3$ （Case 5）までの5種類の応力状態について行なった。なお、荷重経路を上記のものと変えた載荷試験も行なった。

§ 実験結果

単軸圧縮強度は立方供試体によるもの $\sigma_0 = 29.8 \text{ kg/cm}^2$ ，円柱供試体によるもの $\sigma_c = 31.6 \text{ kg/cm}^2$ 。

二軸圧縮強度試験結果を主応力間の関係で図-2に示す。

三軸圧縮強度試験結果による $I_1 = \text{const}$ 面内の切口曲線を図-3に、Remdulicの応力曲線を図-4に示す。この両者より破壊曲面形状は容易に判る。なお等方均値の仮定から主応力間に互換性を有するため、実験は全破壊曲面の1/6でよく結果の表示もこの部分のみを示す。さらに $\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2\sigma_0}$ v.s. $\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2\sigma_0}$ 曲線を図-5に示す。また供試体の破壊状況を写真1~4に示す。

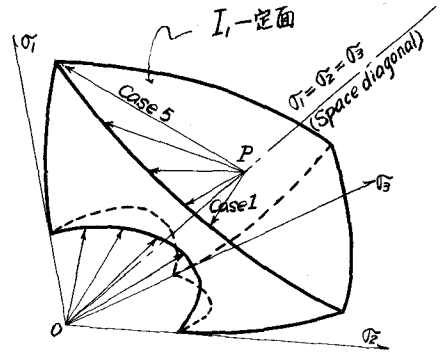


図-1

図-2

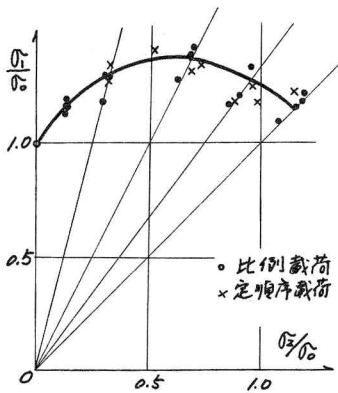


図-4

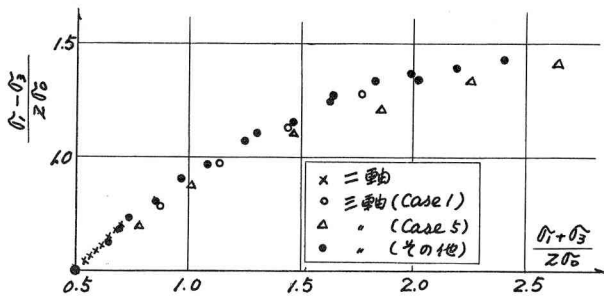
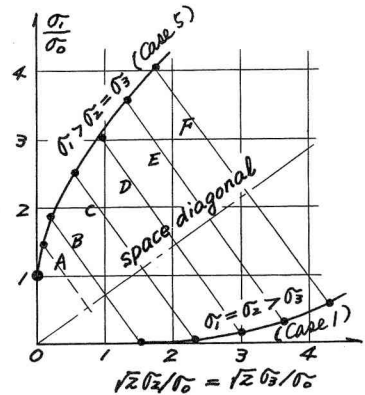
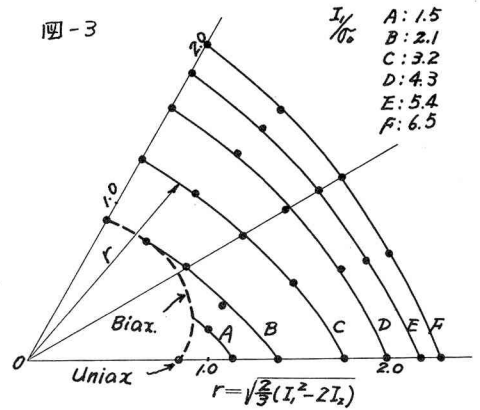


図-5

図-3



3 結論

1. コンクリートの破壊曲面は *space diagonal* を軸とし主応力間に互換性のある凸曲面で静水圧の増加と共に膨張する。この直載面はやや膨らんだ三角形状であり、 I_1/σ_0 の増加と共に丸味を帯びる。これは I_1/σ_0 の増加による内部構造の変化から *flow* が卓越することを示す。
2. この破壊曲面は *Reynoldic* の応力曲線を求めることにより大略の形は推定しうる。
3. 見かけの破壊条件は $(\sigma_1 - \sigma_3)/2\sigma_0$ 或は $(\sigma_1 + \sigma_3)/2\sigma_0$ 曲線によっても近似しうる。
4. 載荷経路の影響は殆んどみられないが、三軸比例載荷では載荷経路が破壊曲面に近い不安定領域を通るため、直載面内での載荷を行なう方が曲面決定には有利である。
5. 本実験は軽量骨材を用いた試験であるが、普通コンクリートにおいても圧縮域での破壊曲面は本実験で求められたものとほぼ同じ形状を示すことが推定される。

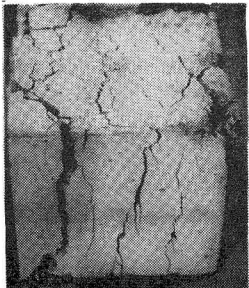


写真-1 (単軸圧縮)

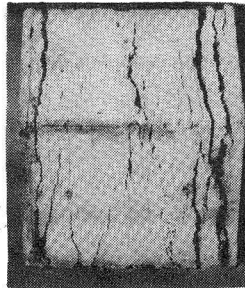


写真-2 (二軸圧縮) (C-1)

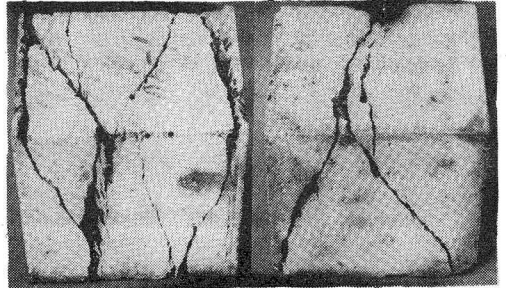


写真-3 (三軸圧縮) (C-1) 写真-4 (同左) (C-5)