

V-23 モルタル・コンクリートの破壊過程に関する二、三の考察

京都大学工学部 丹羽義次
京都大学工学部 中川孝二

1 概略

一般に脆性材料として取り扱われているモルタルやコンクリートが圧縮荷重を受け破壊するときには供試体内部においてクラックの発生、発達、すべりといった過程が存在することは今日よく知られるところである。すなわち、一軸あるいは三軸圧縮応力下でモルタルやコンクリート供試体は載荷される応力の履歴に対応して破壊過程を経て破壊する。

この破壊の過程を表すために、前報¹⁾では応力履歴を受けた供試体の残存一軸圧縮強度²⁾およびボンドクラック比³⁾を用いて、その供試体を受けた最大の応力状態における破壊程度および内部破壊状態を定義し、図-1, 2を得た。

また、これらの材料は拘束圧の大きい状態ではいわゆる脆性破壊は生じず、特に高静水圧下では供試体は破壊せずに流動し、静水圧を除き去った後の力学特性値は著しく変化する⁴⁾。

このことから図-1の破壊履歴曲面は、破壊曲面の内部で内包するであろうことを予想したが、本報はこの包曲面の概略をモルタルについて求めることを試みたものである。

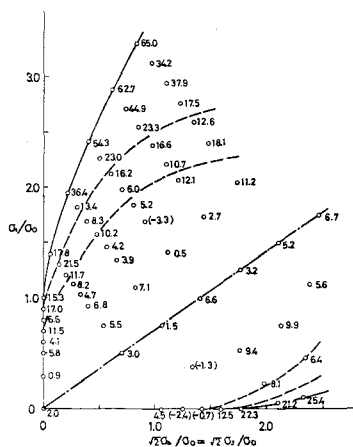


図-1 Rendulic 面に表れたコンクリートの破壊程度(%)。σ₀:供試体の一軸圧縮強度。

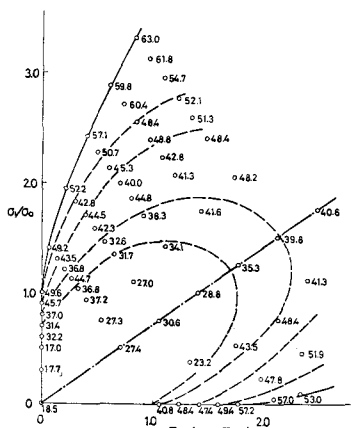


図-2 Rendulic 面に表れたコンクリートの内部破壊状態(%)。αᵢ:供試体の一軸圧縮強度。

2. 実験と実験結果

供試体は 5.5cm × 5.5cm × 5.5cm のモルタル立方体供試体であり、普通ポルトランドセメントと豊前産砂を用い、C:S:W = 1:2:0.6 とした。成形は 4 面とし 20°C の恒温水中養生とし、試験前日に水中から取り出し、恒温(20±1°C)恒湿(90±5%)室中に保存した。

用いた試験機は島津製作所製三軸圧縮試験機であり、供試体端面と鋼圧盤との間の摩擦の影響を小さくするため、テフロンシートにシリコングリースを塗布したものと軟摩擦紙として用いた。応力履歴を与えるための載荷経路は比例載荷とし、所定の応力状態に達した後 1 分間荷重を保持し、やはり荷重を比例したままの応力状態に除荷した。除荷後に供試体は、履歴載荷時の最大圧縮応力方向と同方向の一軸圧縮試験を行ない、残存強度を求めた。この残存強度とその日の標準の一軸圧

$$\text{式1} \quad \text{破壊程度} \quad \alpha = 1 - \frac{(\text{載荷履歴を受けた供試体の一軸圧縮強度})}{(\text{載荷履歴を受けない供試体の一軸圧縮強度})}$$

$$\text{式2} \quad \text{内部破壊状態} \quad \beta = \frac{(\text{内包とする領域中の分離した骨格マトリックス境界の長さの総和} l_i)}{(\text{内包とする領域中の骨格マトリックス境界の長さの総和} l_0)}$$

縮減率に対する比 σ/σ_0 を表わし、与えた履歴応力の最大圧縮応力との関係を表わしたものが図3-4である。応力比はいわゆる圧縮試験($\sigma_1 \geq \sigma_2 = \sigma_3$)と伸張試験($\sigma_1 = \sigma_2 \geq \sigma_3$)とを行ない、図に示す合計17種のものとす。

これらの集
群値から、お
よその履歴応
力-残存強度
比曲線を求め
、それぞれの
応力比に対す
る減速程度
20% (σ/σ_0

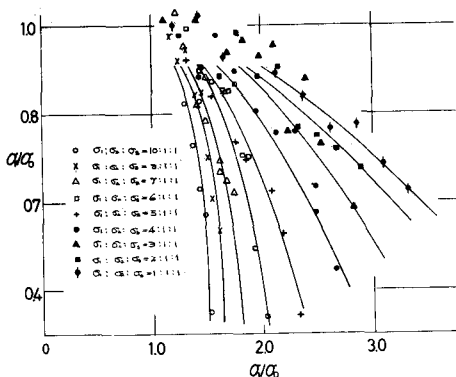


図-3. 単軸圧縮試験 σ_0 で与えられた履歴応力と
与えた試験体の残存一軸圧縮強度比(σ/σ_0)と
最大履歴圧縮応力($\sigma_1 \geq \sigma_2 = \sigma_3$)

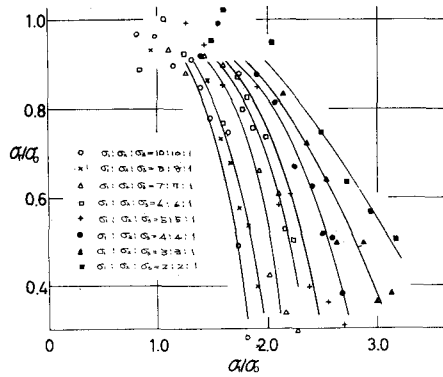


図-4. 単軸伸張試験 σ_0 で与えられた履歴応力と
与えた試験体の残存一軸圧縮強度比(σ/σ_0)と
最大履歴圧縮応力($\sigma_1 = \sigma_2 > \sigma_3$)

40% (σ/σ_0
= 0.6) の曲

線と求め、Rendulic 応力面に表示したものが図5
である。

3. 検討.

モルタル試験体は高応力下では明確な荷重
現象を示さない。として、ある応力状態に達す
るまでには無数の応力経路が考えられ、それぞれ
の経路に応じた減速程度が予想される。

ある応力履歴を与えるのにもつと試験体の減
速は進行させない応力経路としては、比例載荷よ
りもつと許水圧線に近い載荷経路が考えられるが
、その経路を決定することは困難である。その

ため、ここでは比例載荷経路をこれに代るものとして採用した。これによりここで得た減速程度の
値は、それぞれの応力状態に対応する最小の減速程度値を与えたと考えた。すなわちここで用いた
減速の程度の表示方法の範囲が減速程度曲面を求められ、これは荷重曲面の内側にあり閉じるもの
であることが示された。

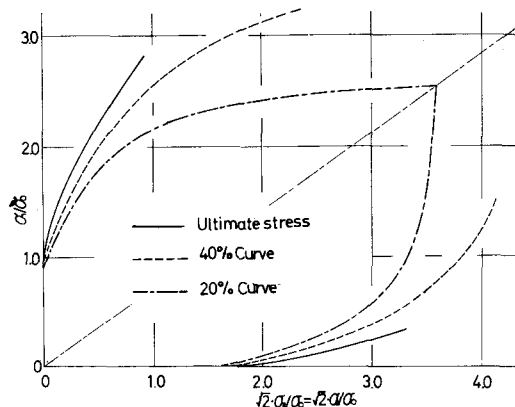


図-5. Rendulic 応力面に表示したモルタルの減速程度
曲面。荷重曲面、減速程度20%、40%の曲面
と示している。 σ_0 : 単軸圧縮強度

参考文献

- 1) 丹羽, 小林, 小柳, 中川; "三軸圧縮荷重下のコンクリートの減速過程に関する二、三の考察"
昭和45年国土庁企画調査会報告書第45-5.
- 2) 丹羽, 小林, 中川; "許水圧下におけるモルタルの挙動について" 土木学会第24回年次学術
講演会講演要録集, 第44-9.