

V-440 非均質材料に対するマイクロプレーンモデルの適用

名古屋大学大学院 学生会員 山田浩司
 名古屋大学大学院 学生会員 Farahat, A.M
 名古屋大学工学部 正会員 二羽淳一郎

1. はじめに

コンクリートは、水、セメント、細骨材、粗骨材からなる非均質材料である。このような非均質材料は均質材料と異なり、ミクロ的な挙動が一様ではない。このため、マイクロプレーンモデルを用いたミクロ的アプローチによるコンクリート挙動の解明が非常に有効であると考えられる。本研究では、独自に考案した供試体を作成して圧縮試験を行い、コンクリートのミクロおよびマクロ挙動を明らかにし、マイクロプレーンモデルを適用することの妥当性を検討した。

2. コンクリートの理想化

Bazantのマイクロプレーンモデル¹⁾では、コンクリートを骨材とモルタル塊からなる二相の材料としているが、本研究では粗骨材とその周辺のモルタルを含んだ塊を1つの Brittle aggregate (もろい骨材) とし、単一材料としてとらえて理想化した(図-1)。さらに、接触面角度の存在確率の非一様性、そして接点でのせん断力の影響を考慮し、あらゆるスケール、形の材料に適用できるように理論を拡張した。

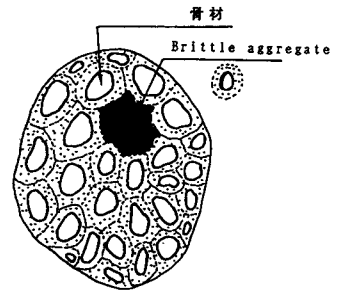


図-1 Brittle Aggregate

3. 実験方法

水、セメント、細骨材からなるモルタルの中に、粗骨材を模擬した直径32mm×厚さ50mmの円柱状鋼骨材を等間隔で設置した供試体を作成した(図-2)。10mmのひずみゲージはモルタル上に、30mmのひずみゲージはモルタルと両端の骨材を模擬した円柱状鋼骨材にまたがって貼付した(図-3)。

実験には、高剛性試験機を使用した。ミクロの応力については、直接測定することができないので、ミクロひずみ測定用のひずみゲージに隣接する円柱状鋼骨材の表面にゲージ長2mmのひずみゲージを貼付し、これにより計算から求めた(図-4)。

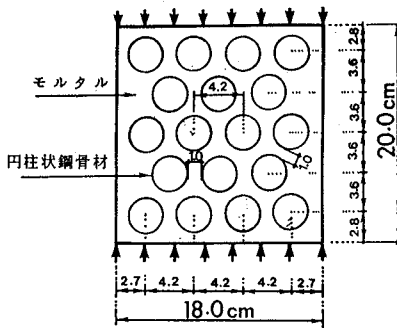


図-2 供試体寸法

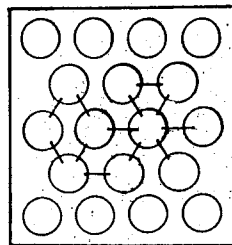


図-3 ゲージ貼付図

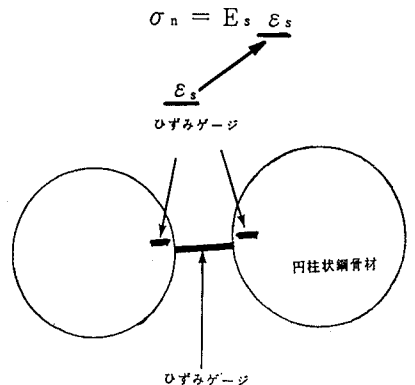


図-4 ミクロ応力測定法

4. 実験結果および考察

1) 図-5は、マイクロひずみとマクロひずみの関係である。マイクロひずみ ϵ_n は、ピーク後の値のばらつきが大きい。このようなピーク後の挙動は、クラックの影響であると思われる。また、マイクロひずみが特に卓越しているひずみゲージは、破壊領域(図-6)内に存在しているため変形が急増していると考えられる。

2) 図-7は、実験より得られたマイクロの応力-ひずみ関係および解析値である。応力がピークに達した後のひずみ軟化域がうまく得られていない。これは1)で述べたように、マイクロひずみ ϵ_n がクラックの影響を受けているためと思われる。

3) 図-8よりマイクロプレーンモデルを用いたミクロ的アプローチによる解析値²⁾に比べて、実験曲線はピーク後急激に応力が落ちる。これは、実験曲線はクラック発生で応力低下が起こっているのに対し、解析値ではクラックの影響を考慮していないためである。しかし、クラック発生直後の挙動の違いを除くと、解析値と実験曲線は適度な一致を得る。

4) 図-9より、応力がピークに達するまでは、载荷応力と骨材を模擬した円柱状鋼骨材内の平均応力は、ほぼ一致している。よって、マイクロ応力はマクロ応力の構成要素であるといえる。

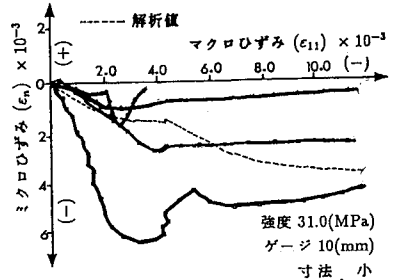


図-5 マイクロひずみ - マクロひずみ関係

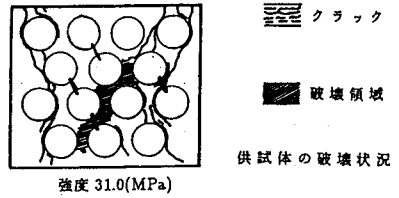


図-6 破壊領域図

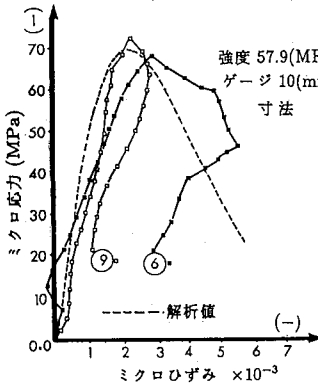


図-7 ミクロの応力-ひずみ関係

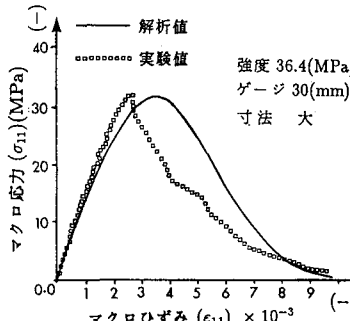


図-8 マクロの応力-ひずみ関係

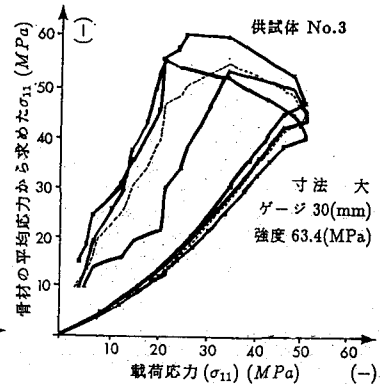


図-9 载荷応力と骨材内のマイクロ応力の和の関係

5. 結論

- 1) 接触の方向が同じであっても、マイクロひずみは一様ではなく、マイクロひずみの挙動はクラックによって大きく支配される。
- 2) 応力がピークに達するまでは、解析値と実験値の適度な一致が得られた。
- 3) ミクロ応力はマクロ応力の構成要素である。

参考文献

- 1) Bazant, Z.P. and Oh, A.M., " Microplane Model for Progressive Fracture of Concrete and Rock," Journal of Engineering Mechanics, ASCE, No. 4, April, 1985, pp. 559-582.
- 2) Farahat, A.M., Wu, Z.S., and Tanabe, T., " Development of Microplane Model of Concrete with Plural Types of Granular Particles," Proceeding of JSCE, 1991-08, No. 433, Vol. 15, pp. 231-238.