

損傷を有するコンクリート円柱供試体の圧縮破壊特性に関する基礎的実験

山梨大学 学生会員 ○大垣 志穂
山梨大学 正会員 齊藤 成彦

1. はじめに

非線形解析を用いて材料劣化の生じたコンクリート構造物の耐荷性能を評価するためには、損傷を有するコンクリートの力学特性をモデル化する必要がある。アルカリシリカ反応や凍害等を生じたコンクリートは、微細なひび割れにより、強度や弾性係数の低下が生じることが知られているが、損傷の量と力学特性との関係を定量化するには至っていない。そこで本研究では、微細な不連続面を模擬したコンクリート円柱供試体の一軸圧縮破壊試験を実施し、圧縮破壊特性に関する基礎的な検討を行った。

2. 実験概要

本研究では、高さ 200mm、直径 100mm の円柱供試体を用いて、一軸圧縮試験を行った。コンクリート供試体に導入する損傷として、打設時にラミネート片を混入し、微細な不連続面を模擬した。使用したポリエステル製ラミネートは、モルタルと同等の弾性係数(10~20GPa)で薄い(0.15mm)ため、モルタル内に不連続面は形成するが、試験体の強度や弾性係数には直接影響を与えないものと考えた。セメントには早強ポルトランドセメントを使用し、粗骨材には最大寸法 20mm の砕石を用いた。目標圧縮強度は、 25N/mm^2 とした。

コンクリート供試体の損傷を定量化するため、既往の研究¹⁾の数値解析におけるコンクリート円柱供試体モデルの要素総面積と、混入したラミネート片の総面積を用いて損傷率を定義した。すなわち、解析モデルにおけるモルタル要素間バネの総面積(約 $5 \times 10^5 \text{mm}^2$)を基準に、損傷率に相当する面積のラミネートフィルムを 10mm 角および 20mm 角の薄片に切断して混入した。供試体の損傷率は、損傷なし(損傷率 0%)、損傷率 25%、40%、50%の 4 種類とし、各 3 体を作製した。

載荷には容量 100kN のアムスラー型載荷試験機を使用し、ロードセルの荷重および載荷板間に設置した変位計より応力-ひずみ関係を求め、供試体側面に貼付したひずみゲージを用いて弾性係数を算出した。

3. 実験結果

実験により得られた応力-ひずみ関係を図-1、図-2 および図-3 に示す。図-1 は損傷のない供試体、ラミネート片 10mm 角、20mm 角の損傷率 50%の供試体に対する各々 3 体の実験結果を示したものである。ラミネート片を用いて不連続面を混入することにより、最大応力(強度)と弾性係数の低下が確認できる。ラミネート片を混入した供試体の応力-ひずみ関係のばらつきは比較的小さく、ラミネート片の分散性の影響は小さいものと考えられる。

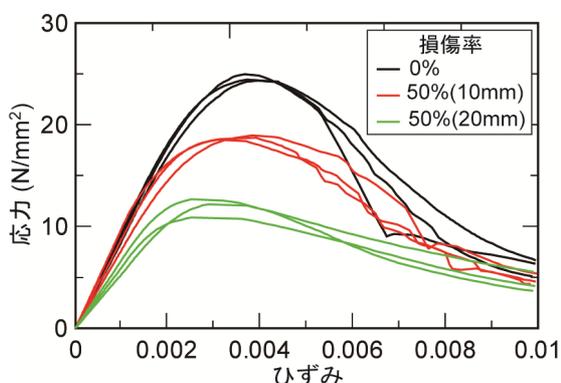


図-1 応力-ひずみ関係

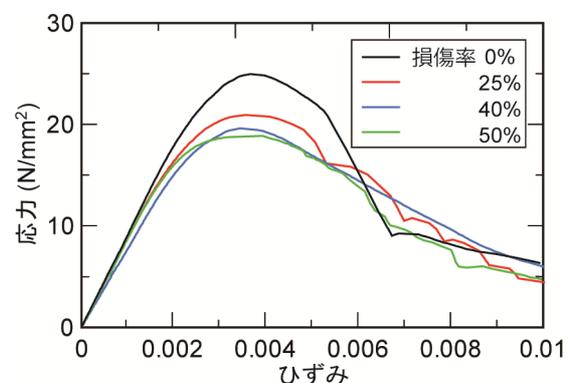


図-2 応力-ひずみ関係(10mm 角)

キーワード 損傷, 不連続面, 圧縮破壊, 一軸圧縮試験

連絡先 〒400-8511 甲府市武田 4-3-11 山梨大学大学院総合研究部 TEL:055-220-8529

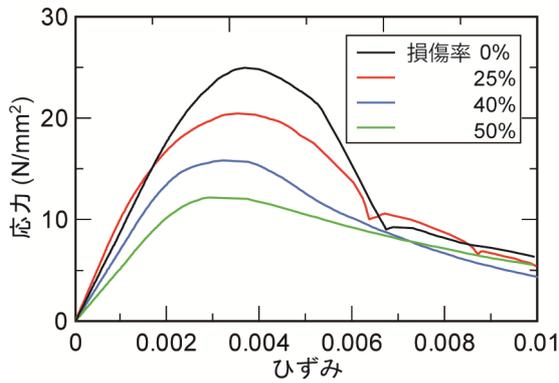


図-3 応力-ひずみ関係 (20mm 角)

各損傷率に対して代表的な応力-ひずみ関係を示した図-2 および図-3 より、損傷率の増加に伴って、最大応力が低下することが分かり、その低下率は 20mm 角のラミネート片を混入した方が大きいことが確認できる。

不連続面を導入していない供試体と不連続面を導入した供試体の最大応力後の破壊性状を写真-1 に示す。損傷のない供試体は、最大応力後に表面のコンクリートが剥落するのに対して、ラミネート片を混入した供試体はあまり剥落が生じることなく、ひび割れが発生する程度であった。これは、損傷のある供試体では、不連続面での応力伝達が減少するために、体積膨張が小さく、剥落が生じにくくなったものと考えられる。

図-4 および図-5 に、損傷のない供試体の結果を 1.0 として求めた強度比および弾性係数比と損傷率との関係を示す。強度比では 10mm 角の方が 20mm 角に比べて強度の低下率が小さくなっている。10mm 角ラミネート片を混入した供試体の方が、ひび割れ(不連続面)の数が増えるにもかかわらず強度の低下は小さいことから、10mm 角ラミネート片では不連続面が十分に形成されなかったものと考えられる。

一方、弾性係数比は、損傷率が増加するにつれて低下するが、10mm 角と 20mm 角の違いはほとんど見られなかった。不連続面の大きさによらず総量が同じであれば、同程度の弾性係数の低下をもたらすものと考えられるが、強度と弾性係数比で不連続面の大きさの影響は異なる傾向を示す結果となった。

4. まとめ

本研究で得られた知見は以下のとおりである。

- (1) ラミネート片を用いて損傷(微細な不連続面)を模擬したコンクリート円柱供試体の一軸圧縮試験により、損傷の導入による強度および弾性係数の低下を確認した。
- (2) 損傷率が増加すると、強度および弾性係数の低下が大きくなったが、ラミネート片の大きさの影響は異なる傾向を示した。本実験の範囲では、導入した不連続面の大きさ(ラミネート片の大きさ)の影響については、十分な評価ができなかった。

参考文献

1) Saito, S. and Higai, T.: 3D discrete simulations of fracture in concrete specimens, FraMCoS-6, Vol.1, pp.85-91, 2007



写真-1 供試体の破壊性状

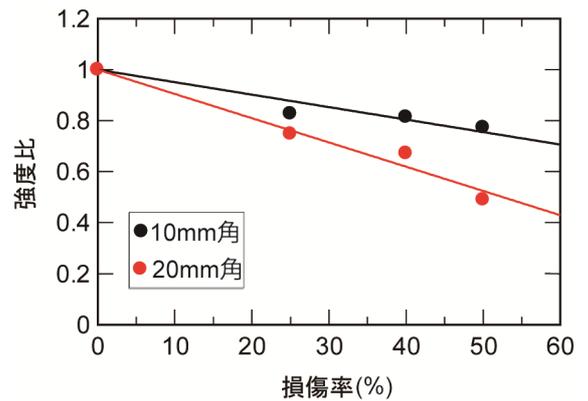


図-4 強度比-損傷率関係

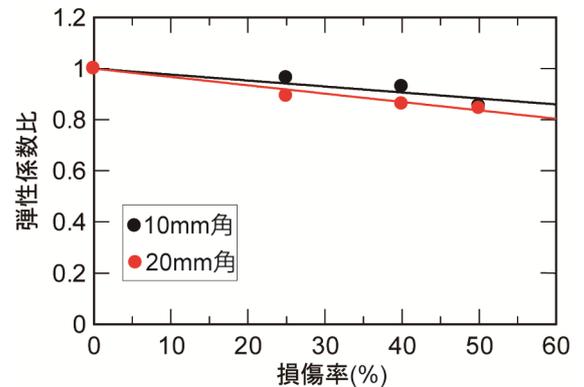


図-5 弾性係数比-損傷率関係