

圧縮応力状態におけるコンクリートの内部性状の変化に関する基礎実験

東北学院大学 学生会員 堤 佳亮
 東北学院大学 正会員 武田 三弘
 東北学院大学 フェロー 大塚 浩司
 東北学院大学 正会員 大友 鉄平

1. はじめに

コンクリートの強度、耐久性、破壊機構に関する研究においては、その応力—ひずみの関係と合わせて内部微細ひび割れの発生状況を定量的に評価することが必要となる。しかしながら、表面に発生したひび割れ長さを定量化して評価した研究¹⁾はあるが、コンクリート内部に発生した微細ひび割れを定量的に評価した研究は数少ないのが現状である。そこで本研究では、圧縮応力下におけるコンクリート内部の微細ひび割れの発生状況を、X線造影撮影法を用いて定量的に評価し、各応力状態における微細ひび割れの発生量との関係を求めることを目的とした。

2. 実験概要

2.1 実験供試体および荷重方法

実験には、圧縮強度 27、37 および 53 (N/mm²) の 3 種類の円柱供試体 (φ100×200mm) を各 15 体ずつ使用した。同じバッチで作製した供試体においても、多少なりとも強度差が生じるため、全ての供試体にはペーパーストレインゲージを貼り付け、応力状態が同様になるように実験を行った。最初の 3 体は、破壊まで荷重し、圧縮強度と応力—ひずみ曲線 (図-1 参照) を求めた。この曲線から平均圧縮応力比 0、30、60、90 および 95% となるひずみまで荷重をかけ、その後、1 秒および 300 秒荷重を維持させた後、除荷した。除荷後、供試体中央部を円盤状に厚さ 10mm に 3 層切断し、24 時間、恒温高湿室 (20℃、60%) に保管後、X線造影撮影法によって、コンクリート内部に発生したひび割れや空隙の撮影を行った。

2.4 透過線変化量の定義

荷重によって発生した付着ひび割れやモルタルひび割れの定量化は、X線造影撮影法による透過線変化量から求めた。この方法は、発生した微細なひび割れに対して造影剤を浸透させ、X線で撮影を行うことにより、そのひび割れを検出することができる。検出されたひび割れが多いほど、イメージインテンシファイアを用いた検出では画像濃度が黒くなることから、造影剤浸透前と浸透後の画像濃度差 (ひび割れの発生量) を透過線変化量と定義し、この値を用いてひび割れの定量化を行った。

2.5 付着・モルタル等ひび割れの構成比率

文献¹⁾によれば、単純圧縮荷重の場合、応力レベルの上昇とともにコンクリート内部の付着ひび割れモルタルひび割れの個数・長

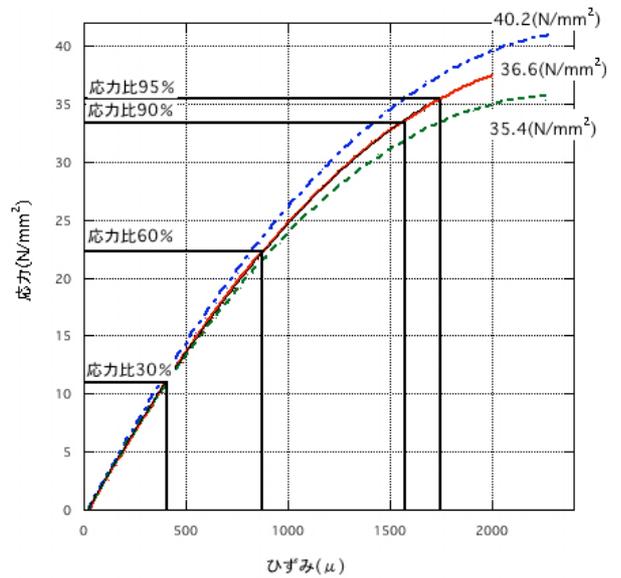


図-1 応力—ひずみ曲線

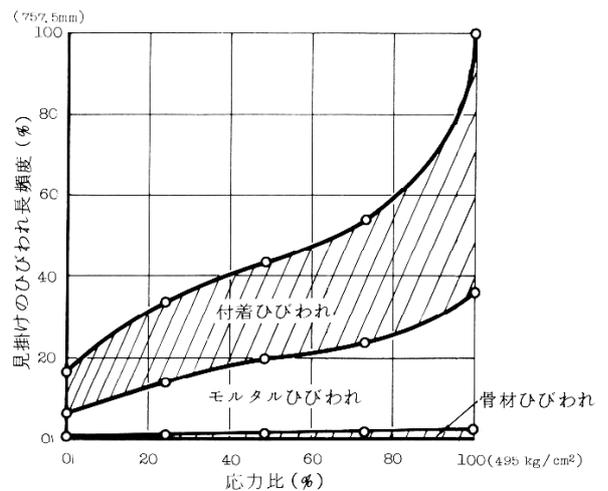


図-2 見掛けのひびわれ長頻度と応力比の関係

キーワード 付着ひび割れ、モルタルひび割れ、応力比、X線造影撮影法

連絡先 宮城県多賀城市中央 1-13-1 TEL/FAX 022-368-7479

さは、次第に増加・増大していくと考えられている。図-2は、この文献に記載されている見かけのひび割れ長頻度と応力比との関係を示したものである。この図より、コンクリート内部には、載荷前の状況において、既に終局強度時の全付着ひび割れ長さの10%を占めており、付着ひび割れは、応力レベルが90%以上、特に95%以上において、発生頻度勾配が急増し、また、モルタルひび割れは付着ひび割れの6~7割程度で、終局強度付近では付着ひび割れはモルタルひび割れの約2倍にも達することが分かる。これらは、表面のみのため、本研究では内部に発生した微細ひび割れを検出し、これらの関係との比較を行った。

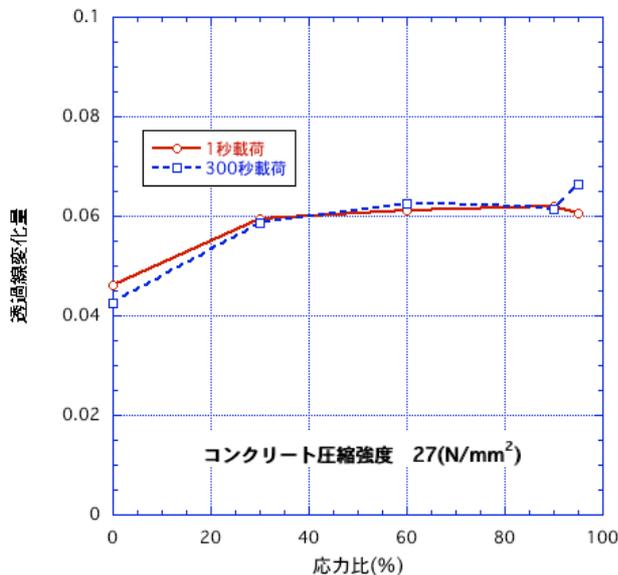


図-3 透過線変化量—応力比の関係(27N/mm²)

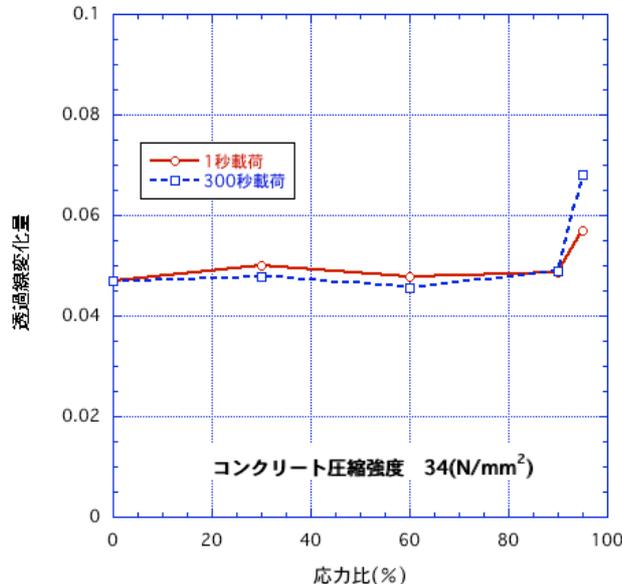


図-4 透過線変化量—応力比の関係(34N/mm²)

3. 実験結果および考察

図-3、4および5は、圧縮強度 27、37 および 53 (N/mm²) の供試体における透過線変化量と応力比の関係を示したものである。この図より、コンクリート強度が大きくなる程、コンクリート自身が密事なものとなり、初期欠陥や空隙が減少することから、透過線変化量が小さくなる傾向が見られた。図-2では、応力比が大きくなるほど、モルタルひび割れや付着ひび割れが増加する傾向であるが、本実験結果でも、応力比 0%から 30%においては透過線変化量が増加し、同様の傾向となった。しかし、その後、応力比 90%までは、いずれの強度においても透過線変化量はほぼ一定であり、ひび割れの発生は確認できなかった。これは、図-2とは異なる結果であり、除荷後の供試体を用いたことにより、ひび割れが閉じてしまったためか、実際にひび割れが発生していないのか、今後確認が必要と考えている。そして、応力比が 95%になると、34N/mm²以下の強度の供試体においては、300秒の持続荷重を受けた場合、透過線変化量が大きくなっており、ひび割れが急激に増加している結果となった。これは図-2と近い傾向であるが、50N/mm²の供試体では、特にその様な傾向はみられなかった。

4. まとめ

本研究では、持続時間 300 秒以内の載荷において、応力比 (0%~95%) と透過線変化量との関係を求めた。その結果、53N/mm²の強度の供試体では、応力比 30%~95%の範囲でひび割れの増加は確認できなかった。しかし、27N/mm² および 34N/mm²の供試体では応力比 30%~90%の範囲において透過線変化量の増加は確認できないことから、微細ひび割れの発生は認められなかったが、95%を超えてから急激にひび割れが増加する傾向が見られた。

[参考文献] 1) コンクリートのひび割れ総合資料集：コンクリートひび割れ対策研究会、1977.8

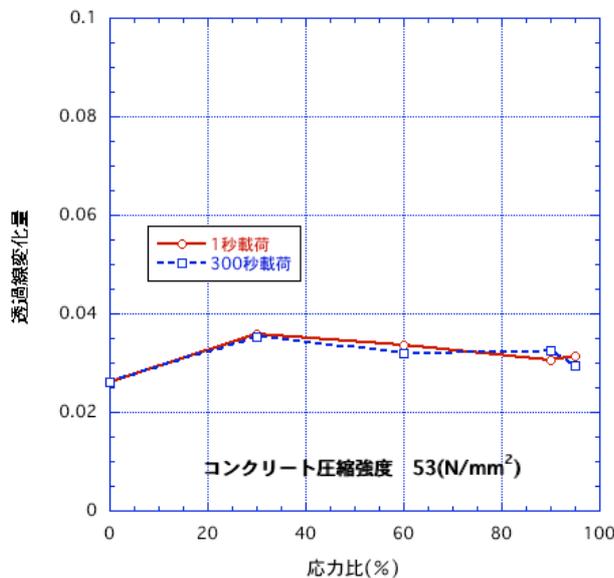


図-5 透過線変化量—応力比の関係(53N/mm²)