

引張応力を受けるコンクリートのひび割れと透気性について

群馬大学 学生会員 高橋 一平
 群馬大学 正会員 杉山 隆文
 群馬大学 学生会員 湊谷 昌樹
 群馬大学 フェロー会員 辻 幸和

1. はじめに

コンクリートのひび割れ発生とそれに伴う物質移動の増加についてはあまり解明されていない。その理由の一つは、物質移動を増加させるひび割れの形態についての情報が少ないからである。本研究では、コンクリートの割裂試験を利用して、引張応力を発生させたコンクリートにガスを透過し、応力の増加に伴う透気性の増加を調べた。その際、コンクリートの飽和率、内部の湿度分布、人工軽量骨材を用いた骨材特性の影響も検討した。

2. 実験概要

2.1 透気試験方法

試験装置の概略を図-1に示す。直径100mm、厚さ50mmの円柱供試体に対して割裂試験を行い、同時にその供試体断面に、大気圧との圧力差が0.2N/mm²となるように窒素ガスを透過させた。供試体円周面にはエポキシ樹脂を塗布し、供試体を包むように厚さが1mmのゴムシートおよびアクリル性のロープで巻き、そのシートを透過セルに固定し、供給側と円周面からのガス漏れを防いだ。

測定は、載荷荷重の大きさ、透過ガス圧力、ガス透過量、供試体断面に貼付したひずみゲージによるひずみの大きさでそれぞれデータロガーを介してパソコンに入力し、連続的にモニタリングした。引張応力および透過ガス圧力差と経過時間との関係の一例を図-2に示す。

2.2 供試体の準備

供試体は、W/Cが55%の普通コンクリートと2種類の人工軽量粗骨材（ML：d=1.28g/cm³、TL：d=1.87g/cm³）を用いた軽量コンクリート（それぞれW/C=49、59%）である。3ヶ月程度の水中養生後、透気試験を実施する前に、一定の期間乾燥させて、供試体内部を湿度平衡、非平衡と調整した。平衡状態は、ガスの透過方向に湿度がほぼ一定の状態である。乾燥における内部湿度分布の経時変化の一例を図-3に示すが、図のように湿度勾配が生じた状態（非平衡）から、平衡状態へ調整した。また、絶乾質量も求めて、各状態における飽和率も計算した。

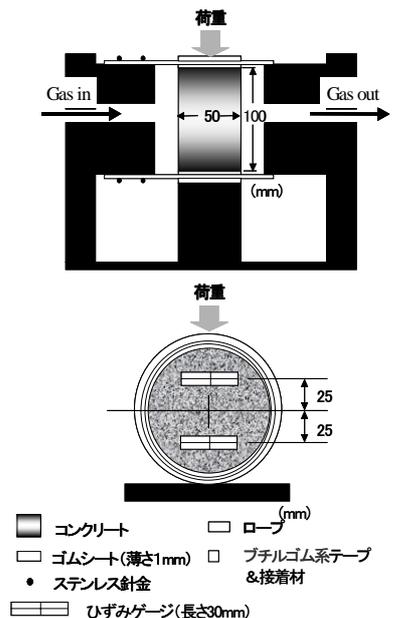


図-1 試験装置

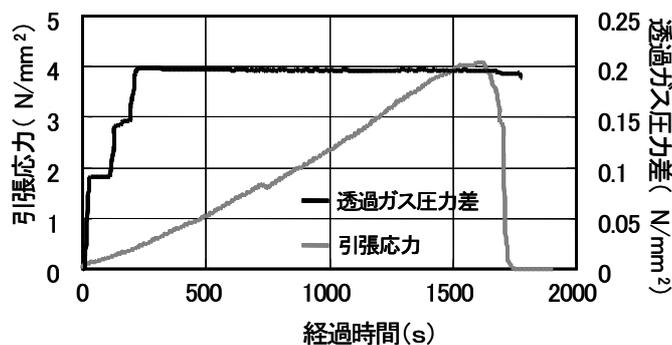


図-2 破壊時までの引張応力と透過圧力の一例

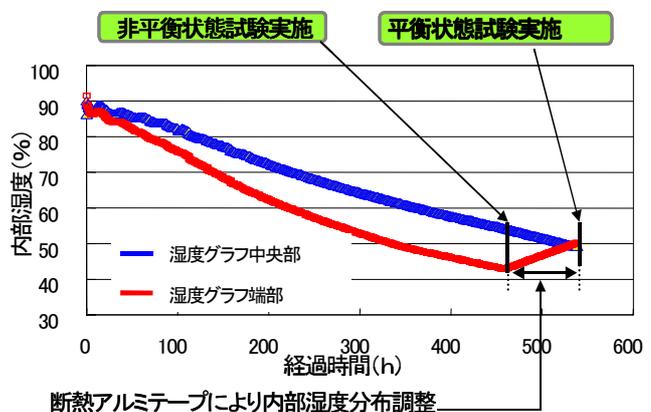


図-3 内部湿度調整状況の例

キーワード：割裂試験、ガスの透過試験、ひび割れ、人工軽量骨材

連絡先：〒376-8515 群馬県桐生市天神町1-5-1 TEL0277-30-1613 FAX0277-30-1601

3. ひずみと透気量の関係 (湿度平衡)

飽和率が61%で湿度平衡状態(平均湿度:69%)の供試体におけるひずみと透気量の関係を図-4に示す。ひずみの増加に対して、透気量はほぼ一定であるが、ひずみが250 μ を超えた時に急激に増加している。コンクリートの引張破壊の過程では、引張強度の1/3を超えるとコンクリート中の欠陥の先端より微細ひび割れが発生すると考えられるが、本実験の条件下では、引張ひずみが250 μ 程度までに発生する微細ひび割れは、ガスの透過に影響を与えないことが明らかになった。

4. 引張応力レベルとコンクリートの透気係数との関係 (湿度非平衡)

湿度が非平衡で飽和率を変化させた供試体の応力レベルと透気係数との関係を図-5に示す。飽和率が小さいほど、透気係数が大きくなっている。これは空隙内部にガスの透過を抑制する水分が少ないためである。飽和率が91および60%と比較的大きい時、応力レベルが破壊直前までは透気係数は一定で、コンクリートが破壊する直前で急激に増加している。これは、飽和率が大きいほど空隙中の水分が障害となり、破壊直前までに発生・進展したひび割れが透気に及ぼす影響が小さいためと考えられる。しかし、絶乾状態では、応力レベルが約90%で透気係数は大幅に増加しており、このレベルでのひび割れが貫通するように進展して透気量を増加させたと考えられる。なお、同程度の飽和率(60~61%)で平衡と非平衡状態を比べると、透気量が急増する状態が異なる傾向を示しているが、これは空隙内に発生する間隙水圧の均一、不均一性による影響とも考えられる。また、乾燥過程における乾燥収縮ひずみの大きさやそれに伴うひび割れの影響を、今後調べる必要がある。

5. 人工軽量粗骨材を用いたコンクリートのひび割れと透気性

軽量コンクリートの応力レベルと透気係数の関係を図-6に示す。各コンクリートは同じ乾燥条件で試験しており、その結果飽和率が異なる。普通コンクリート(NA)は、飽和率が28%と低いこともあり、応力レベルが80%で透気係数は著しく増加している。軽量コンクリートのTL($d: 1.87 \text{ g/cm}^3$)は、普通コンクリートと同程度の飽和率であるが、応力レベルが約90%で増加している。一方、ML($d: 1.28 \text{ g/cm}^3$)では、ほぼ破壊時で透気係数は著しく増加した。これは普通骨材では、主としてモルタルと骨材の界面から微細ひび割れが発生し、モルタル部へ進展し、やがて厚さ方向に貫通してガスの透過が増加すると考えられる。しかし、人工軽量骨材では、骨材自身の割れが多く、ひび割れ断面の凹凸が少なく、また供試体断面ではほぼ直線的にひび割れが発生するために、ガスの透過が比較的容易であったためと推察される。

6. まとめ

ガスの透過性を増加させるひび割れの発生は、内部湿度分布や飽和率に影響を受けると考えられる。人工軽量骨材を用いたコンクリートでは、骨材自身の割れによるひび割れ面の平滑さにより透気性は大きくなった。

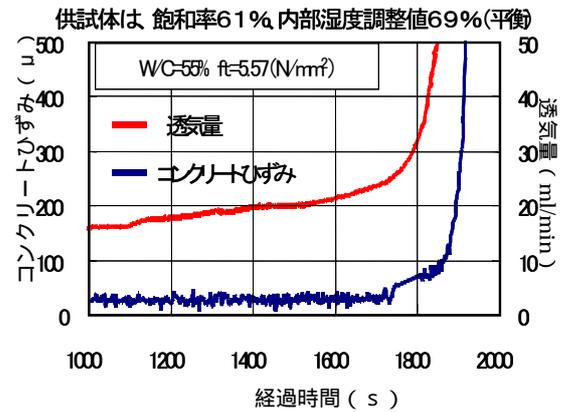


図-4 ひずみと透気量の関係

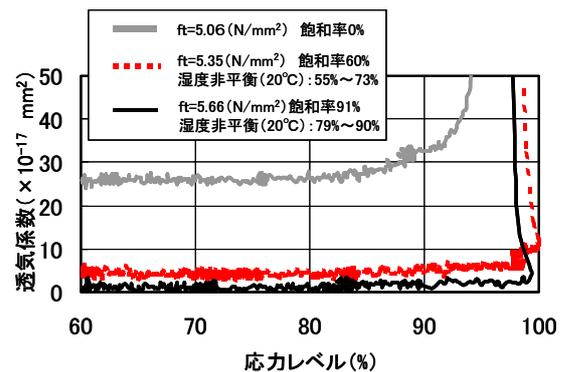


図-5 透気係数と応力レベルの関係

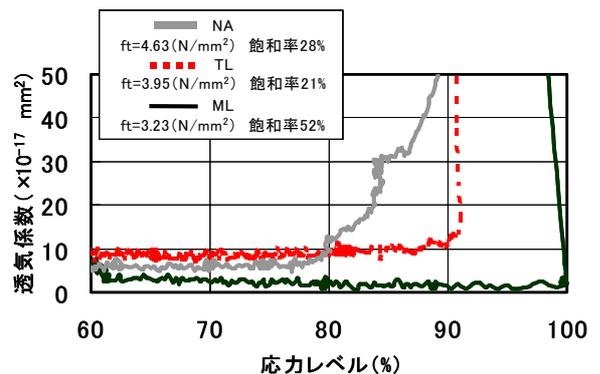


図-6 透気係数と応力レベルの関係(軽量)