

1. はじめに

DLC シートをコンクリート構造物の表面に接着することでコンクリートの保護工法として用いることが実用化されている。DLC シートを施工した構造物においても、供用中に何らかの原因により既存ひび割れが拡大、あるいは新たなひび割れが発生する可能性が考えられる。その場合、ひび割れ直上の DLC シートには変形の集中により大きな引張ひずみが生じることが予想される。本研究では引張応力下での DLC シートのガスバリア性を確認することを目的として試験方法の検討と透湿度試験を行った。

2. ひび割れ幅と DLC シートのひずみの関係

ひび割れ幅と DLC シートのひずみの関係を明らかにするために、あらかじめひび割れを導入した角柱供試体に DLC シートを貼付け、3 点曲げ載荷によりひび割れ幅と DLC シートに生じるひずみを計測した。図-1 に 3 点曲げ載荷の模式図を、図-2 に任意のひび割れ幅時の DLC シートのひずみ分布の一例を、また図-3 にひび割れ幅とひび割れ直下の DLC シートのひずみの関係を示す。図-3において、ひび割れ幅が 0.5mm までのひび割れ幅とシートのひずみの関係を回帰した結果、式(1)となった。

$$\varepsilon = \frac{w}{60} \quad (1)$$

ここに、 ε : ひび割れ直下の DLC シートのひずみ、 w : ひび割れ (mm)

3. DLC シートの透湿性

3. 1 試験方法

ここでは DLC シートのガスバリア性として試験が簡便な透湿性を評価することとした。シートの透湿性試験としては JIS Z 0208 防湿包装材料の透湿度試験法（カップ法）を準用することとした。同試験法は無応力下での試験法であるため、これを引張応力下でも実施できるように改良することとした。シートに引張応力を作用させておく必要があるため、JIS 法のように透湿による吸湿剤（塩化カルシウム）の質量変化を吸湿前後のカップ全体の重量で計測することができない。そこで、図-4 に示すようにカップを 2 重カップとし、塩化カルシウムを入れた内カップのみの重量変化により計測することとした。

試作した計測カップの妥当性を確認するため、シートの代わりに鋼板を設置して試験を行った結果、透湿量がほぼゼロになることが確認された。無応力下のシートの透湿量に関しては、

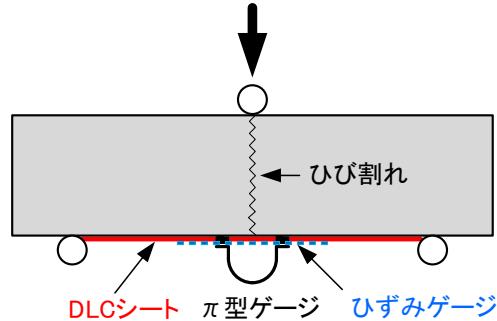


図-1 3 点曲げ試験

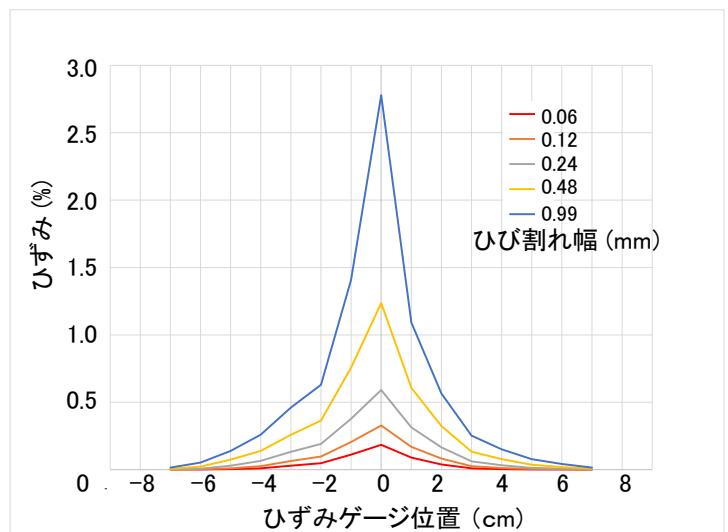


図-2 ひび割れ部のひずみ分布

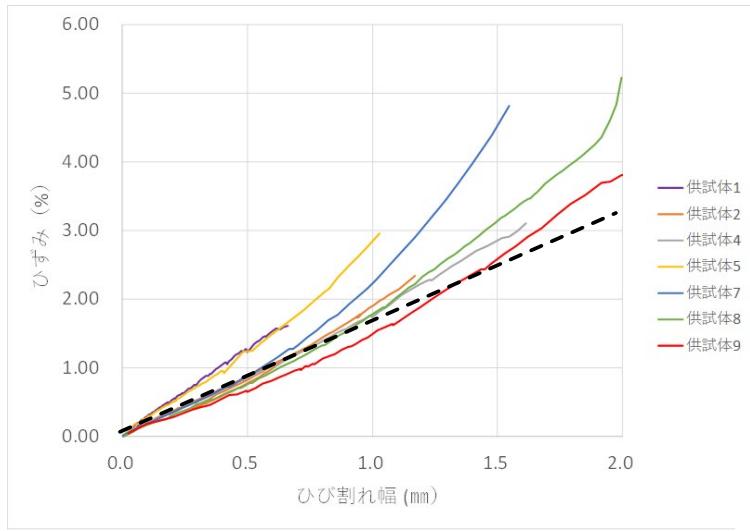


図-3 ひび割れ部と DLC シートのひずみ

トップコート（紫外線対策）を施したものと施していないものの 2 種類のシートについて試験を行った。計測は温度を 20°C、相対湿度は設備の関係から JIS 法（90%）より低い 60% とし、透湿時間は 24 時間とした。

引張応力下の透湿度試験は図-5 に示すとおり、幅 100mm、長さ 800mm のトップコートありの DLC シートについて所定の引張力を作用させた状態で、2 重カップを 4 個同時にセットして試験を行った。なお、引張力はひび割れ幅 0.5mm 相当（ひずみ 0.8%）と 0.7mm 相当（ひずみ 1.15%）の場合で、それぞれ 302N と 423N とした。

3.2 試験結果

図-6 に引張ひずみと透湿量の関係を示す。無応力下でのトップコートなしの DLC シートの透湿量は 0.22 mg/cm²/day となった。一方、製品のカタログ値（20°C、相対湿度 90%）は 0.2 mg/cm²/day であり、本試験の結果は相対湿度が 60% と低い条件であるが、カタログ値とほぼ同程度であることから、妥当な試験結果であると判断した。

一方、トップコートを施したシートの場合、透湿量は 0.10 mg/cm²/day となり、トップコートなしの場合の 1/2 程度であり、トップコートも透湿性を低減する効果があることが示された。引張応力下では、ひずみが 0.8%（ひび割れ幅 0.5mm 相当）の場合、透湿量は 0.18 mg/cm²/day であり、ひずみ 1.15%（ひび割れ幅 0.7mm 相当）の場合は 0.22 mg/cm²/day となり、引張ひずみと透湿量はほぼ線形関係にあることが示された。

4.まとめ

引張応力下における DLC シートの透湿度試験を行った。その結果、DLC シートの透湿量は引張ひずみにはほぼ比例して大きくなることが示された。ただし、ひび割れ幅が 0.7mm 程度であっても透湿性はカタログ値とほぼ同程度で十分に低く、シートのガスバリア性は供用時に想定されるひび割れ部においても十分に高いことが示された。

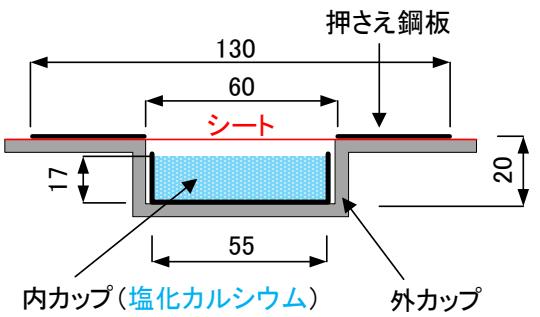


図-4 2 重カップによる透湿度試験

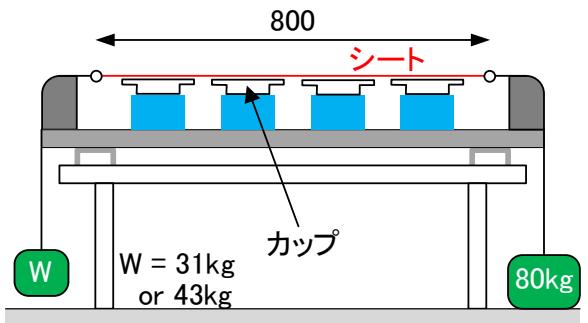


図-5 引張応力下における透湿度試験

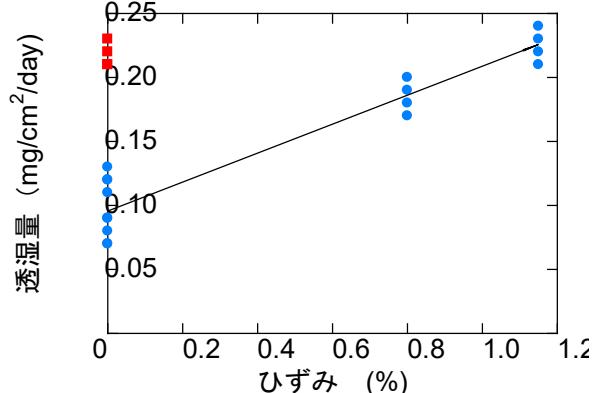


図-6 引張ひずみと透湿量