

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 点曲げ载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 点曲げ载荷の模式図を、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とすることとした。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に、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、

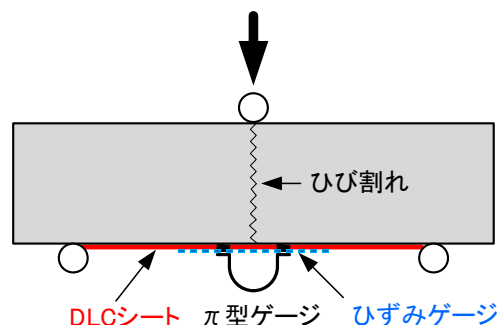


図-1 3点曲げ試験

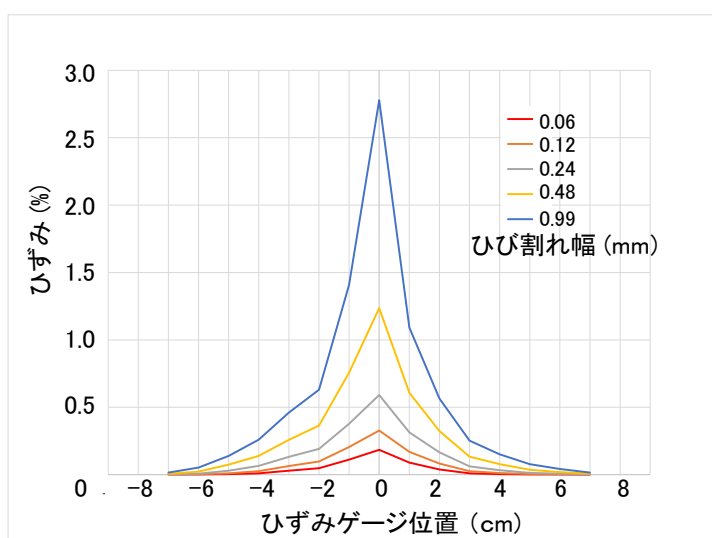


図-2 ひび割れ部のひずみ分布

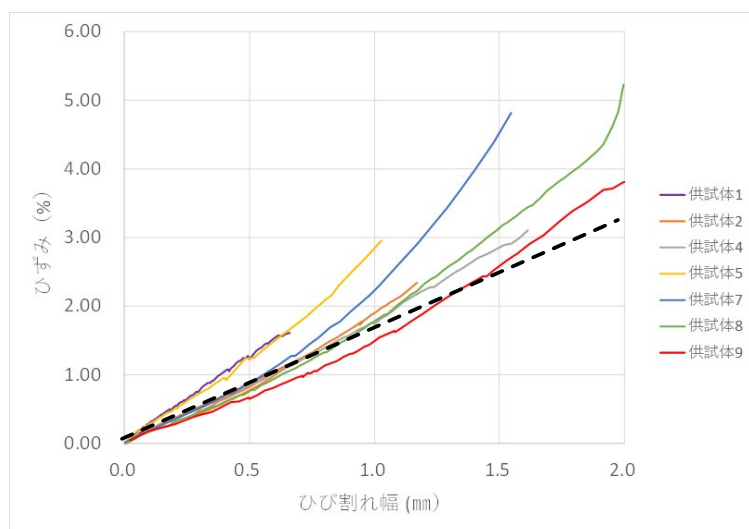


図-3 ひび割れ部と DLC シートのひずみ

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℃、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0.22mg/cm²/dayとなった。一方、製品のカatalog値（20℃、相対湿度90%）は0.2mg/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、Catalog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0.10mg/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0.18mg/cm²/dayであり、ひずみ1.15%（ひび割れ幅0.7mm相当）の場合は0.22mg/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Catalog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。

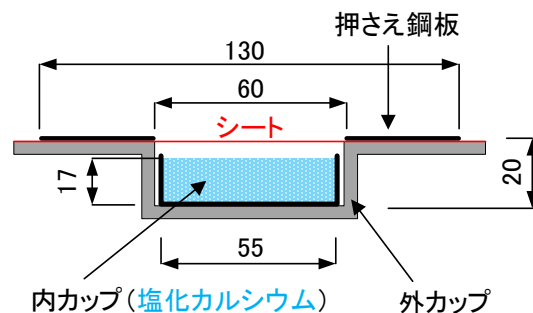


図-4 2重カップによる透湿度試験

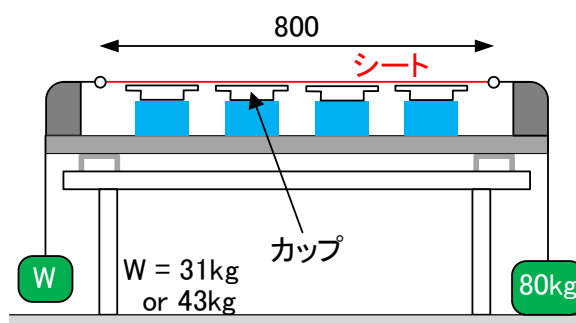


図-5 引張応力下における透湿度試験

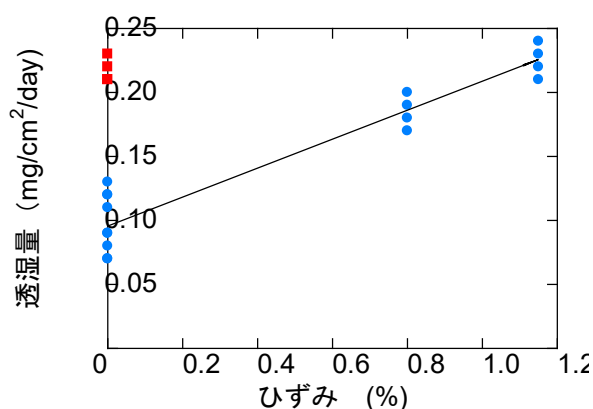


図-6 引張ひずみと透湿量