

コンクリートの様々な角度の面に適用可能な表面吸水試験装置の開発

香川高等専門学校 ○学生会員 増尾 敬
香川高等専門学校 正会員 林 和彦

1. はじめに

コンクリートの表層品質を評価する手法として表面吸水試験がある。表面吸水試験は、コンクリートに水を吸わせたときの吸水量などから、コンクリートの表層部の緻密性や微細ひび割れの状態などを定量化するものである。

現状で開発されている任意の角度に適用できる装置¹⁾では測定点の上部に空間がないと測定ができないという課題がある。そのため、スラブの下側や、トンネルの内面上部など測定面よりも上部に構造物が存在する地点では表面吸水試験を行うことができない。そこで、本研究ではタンクに貯めた空気の圧力とボイルの法則を利用することにより、測定面よりも上部に構造物が存在する部位でも表面吸水試験を行うことができる装置を開発することを目的とする。

2. 装置の概要

2.1 基礎理論

表面吸水試験を行うにあたって必要なことは、(1)コンクリート面に低水圧(3kPa 程度)を与えて水を吸水させること、(2)時間ごとにコンクリートが吸水した水の量を測定できること、の2点である。この2点を満足するものとして、圧縮空気を用いて既存の方法と同等の水圧をかけることとした。基本構造は空気を溜めるタンクと吸水を行うために水を保持しコンクリートに接触させる吸水カップをチューブで接続したもので、吸水カップをコンクリート面に押さえつけて使用する(図-1)。

測定時には、チューブの途中に空気と水の境界面を作り上げるようにし、図-1のようにコンクリートに接するかたちで水を満たす。空気タンクに一定の圧力を付与することで水に圧力をかける。コンクリートが吸水することにより装置内の水の体積が減少し、同時に減少した水の体積だけ空気の体積が増

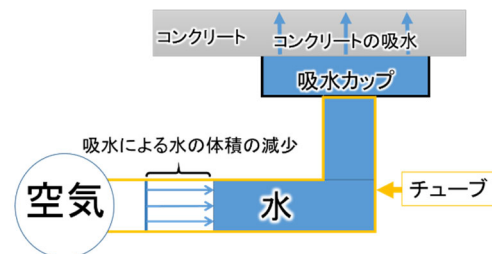


図-1 基礎理論の概要図

加する。よって、コンクリートが吸水した水の体積は、空気タンク内の圧力(P)と空気の体積(V)を測定することでボイルの法則「 $PV=(一定)$ 」の関係をを用いて算出できる。

2.2 装置の機構

基礎理論を成り立たせるために図-2 に示す構造の装置を作製した(図-3)。装置を動作手順どおりに動かすことにより弁1, 2, 3で仕切られた部分が図-1の概要図と同じ形になっている。空気タンク内の空気が弁4のところで水と接しており空気の圧力が水に伝わるようになっている。

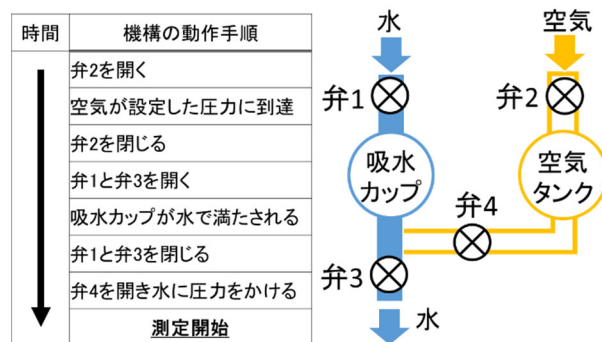


図-2 装置の機構概要と動作手順

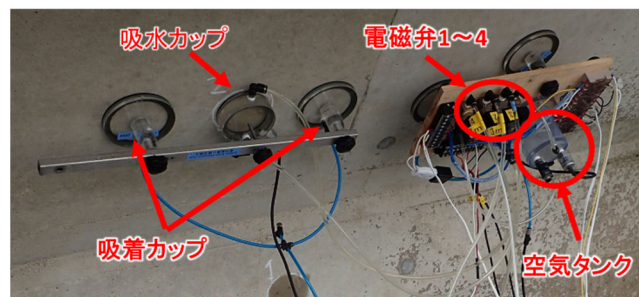


図-3 コンクリート傾斜面の測定時の状況

キーワード 非破壊試験, 表面吸水試験, コンクリート, 耐久性, 表層品質, 維持管理
連絡先 〒761-8058 香川県高松市勅使町 355 TEL 087-869-3920

本装置にて、ボイルの法則を用いて吸水量が測定できるかどうかの確認を行った。図-2の閉じた弁3を開くことでコンクリートへの吸水を模擬した排水を行い、そのときの排水量(以下、吸水量)と空気の圧力の変化を記録した。吸水量と圧力の変化からボイルの法則を用いて求めた吸水量が一致していれば基礎理論が成立していると判断できる。その際、開始時の空気の体積と圧力を変化させて、本装置にて原理が成り立つ条件の範囲の検討も行った。

測定開始時の空気の体積の影響の検討は、開始時の空気の体積を 300, 400, 500 cm^3 に条件を分けて、開始圧力は 3kPa に固定して実験を行った。その結果を示す図-4を見ると、空気の体積が大きくなるにつれて線の傾きが減少している。このことから、測定開始時の空気の体積が増加すると、単位圧力が減少した際の吸水量が大きくなり、測定できる範囲も大きくなることがわかった。この単位圧力が減少した際の吸水量が大きくなることは測定装置としての分解能が粗くなっていることを示す。

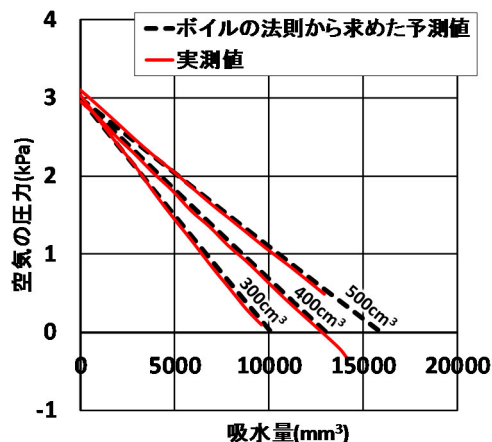


図-4 空気体積ごとの空気の圧力と吸水量の関係

開始圧力の検討は、開始圧力を 5, 3, 1kPa に条件を分けて、開始時の空気の体積は 400 cm^3 に固定して実験を行った。図-5では、開始圧力が上がるにつれて線が上方に平行移動している。そのため、測定開始時の圧力を上げると単位圧力当たりの吸水量(分解能)は変化せず、測定できる吸水量の範囲が大きくなることがわかった。また、実構造物での測定では直径 80mm の吸水カップ内の吸水量が最大で 6000 mm^3 程度であり、開始圧力が 3kPa 以上であれば実構造物での測定上問題ないことがわかった。

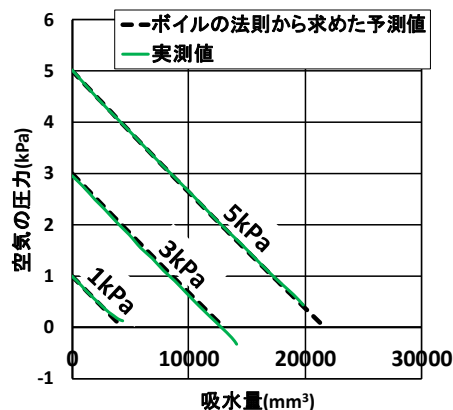


図-5 開始圧力ごとの空気の圧力と吸水量の関係

図-4 および図-5 のどちらの結果においても、実験値と予測値がほとんど重なり合っていることから、この範囲内では、本機構の理論が成り立つことがわかった。

今回検討した条件の範囲では、測定開始時の空気の体積が 300 cm^3 で圧力が 5kPa のとき、吸水量測定の分解能が細かく、測定可能な吸水量範囲が大きくなることから、吸水量の測定に適している。

2.3 動作の自動化

本装置は図-2 に示すように弁の切替えが複雑であるため、電磁弁を用いて、プログラムにより自動制御を行った。その結果、注水から測定開始までの操作が自動で行われるようになり、測定時のミスの低減や再現性の向上へ繋がった。

3. まとめ

- 1) 開発した表面吸水試験装置において、タンク内の空気体積 300～500 cm^3 、開始圧力 1～3kPa の範囲で圧力と吸水量の関係がボイルの法則と一致し、その範囲内で吸水量を測定できることを確認した。これにより、任意の角度において測定面の上部に空間が存在しなくても表面吸水試験が実施できる。
- 2) 測定開始時の空気の体積を小さくし、空気の圧力を大きく取ることにより細かく吸水量を測定することが可能である。

参考文献

- 1) 林和彦, 細田暁, 三宅純平: 傾斜面および水平面を有するコンクリート部材へ適用できる表面吸水試験法の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.1, pp.2170-2175, 2014